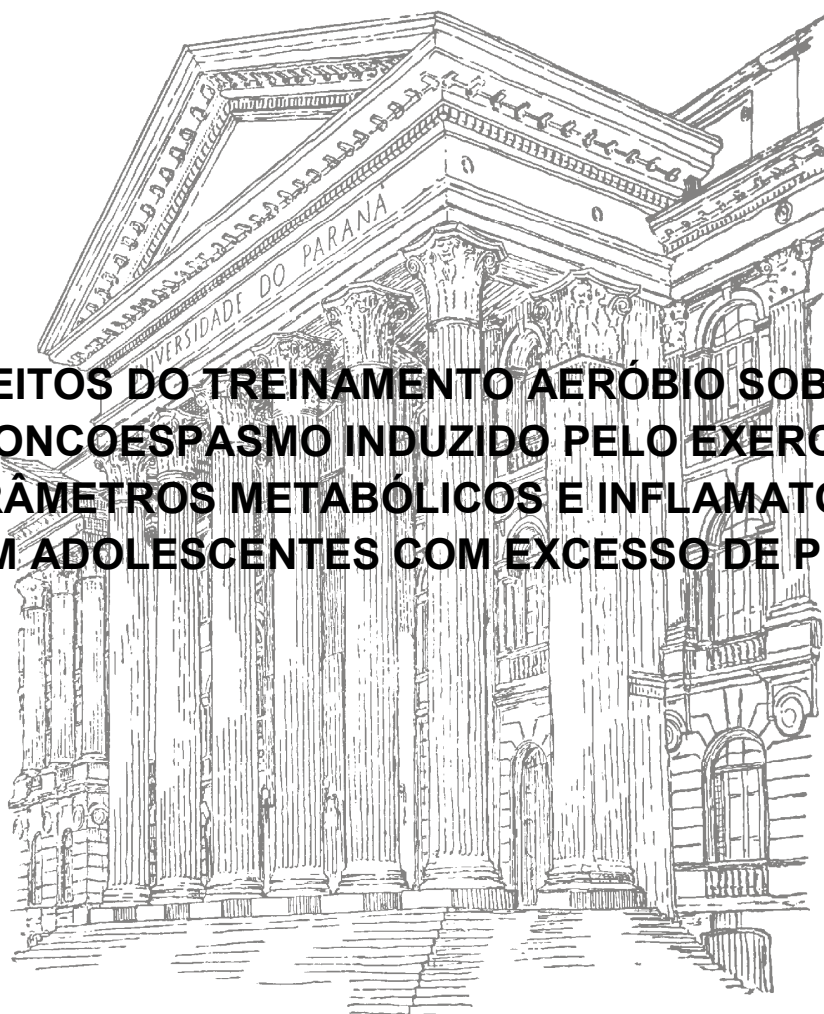


FABRÍCIO CIESLAK

**EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO SOBRE O
BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO,
PARÂMETROS METABÓLICOS E INFLAMATÓRIOS
EM ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO**



FABRÍCIO CIESLAK

**EFEITOS DO TREINAMENTO AERÓBIO SOBRE O
BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO,
PARÂMETROS METABÓLICOS E INFLAMATÓRIOS
EM ADOLESCENTES COM EXCESSO DE PESO**

**Tese apresentada como requisito para a
obtenção do Título de Doutor em
Educação Física do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física, do Setor
de Ciências Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.**

Orientador(a): DRA. NEIVA LEITE

TERMO DE APROVAÇÃO



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
Setor de Ciências Biológicas
Programa de Pós-Graduação em Educação Física

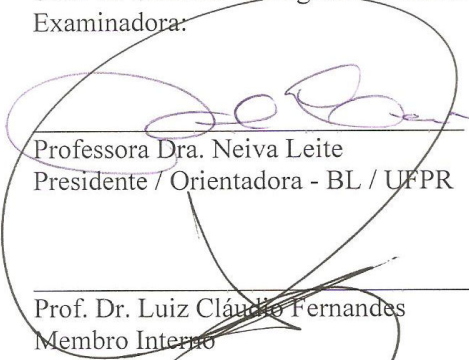


TERMO DE APROVAÇÃO

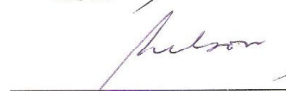
FABRÍCIO CIESLAK

“Efeitos do Treinamento Aeróbio sobre o Broncoespasmo Induzido pelo Exercício, Parâmetros Metabólicos e Inflamatórios em Adolescentes com Excesso de Peso”

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação Física – Área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa Atividade Física e Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Educação Física do Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte Banca Examinadora:


Professora Dra. Neiva Leite
Presidente / Orientadora - BL / UFPR


Prof. Dr. Luiz Cláudio Fernandes
Membro Interno


Prof. Dr. Nelson Augusto Rosário Filho
Membro Externo


Prof. Dr. Carlos Antonio Riedi
Membro Externo


Prof. Dr. Guanís de Barros Vilela Junior
Membro Externo

Curitiba, 28 de Maio de 2013.

AGRADECIMENTOS

Aos meus familiares: meus pais Celso Jonas e Neusa (*in memoriam*), meus irmãos Tatiana e Jonatan, minha avó Teresa, meus tios, tias, primos, primas e todos os membros das famílias Cieslak e Krzywy que sempre estiveram ao meu lado em todos os momentos.

A minha namorada Louise, pelo seu apoio e compreensão constante durante a execução deste trabalho.

A minha orientadora Dra. Neiva Leite pela sua atenção, compreensão e paciência, durante todo o período de minha formação na pós-graduação.

Aos meus amigos do Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida, Ana Claudia Kapp, Leilane, Cassio, Mayara, Renata, Ana Osiecki, Luciana Timossi e Jean, que foram competentes no auxílio das coletas e durante a execução de todas as atividades do laboratório.

Aos meus amigos e “parceiros” Gustavo Levandoski, Hassan e Kleverton, excelentes pesquisadores e verdadeiros “irmãos” em todos os momentos de nossas atividades cotidianas.

Aos meus amigos: Alessandro, Thiago Santos, Ricardo, Fabiano, Flamarion e muitos outros formandos em Educação Física na UEPG em 2005.

Aos meus docentes: Luiz Pilatti, Edson, Moacir, Milton, Miguel, Constantino e muitos outros professores da UEPG.

A professora Heleise, que ofereceu a oportunidade de iniciação científica e tornou-se responsável pelos meus “primeiros passos” na jornada científica.

Ao professor Guanis, um grande amigo e incentivador no âmbito da pesquisa na finalização da minha graduação.

Ao parceiro de pesquisa Dr. Nelson Augusto Rosário Filho, pela concessão de materiais e auxílio nas atividades de pesquisa.

Aos doutores e membros da banca, Carlos Riedi, Luiz Claudio Fernandes, Guanis de Barros Vilela Junior e Nelson Augusto Rosário Filho, que contribuíram de forma significativa na análise deste trabalho.

Aos acadêmicos e bolsistas Tessy, Thiago Karas, Gabriel, Rodrigo Borges, Jonathan, Wesley e Adalberto que auxiliaram nas atividades de intervenção e coleta de dados.

Aos adolescentes que participaram da pesquisa, que mesmo com as dificuldades encontradas, demonstraram extrema dedicação e interesse na prática das atividades.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida durante a realização do estudo, a Fundação Araucária pelo apoio financeiro na aquisição de materiais e a Instituição de Ensino Superior Santana (IESSA) pelo espaço físico para o desenvolvimento da pesquisa.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	- EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM OBESIDADE NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.....	20
FIGURA 2	- EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM HIPERRESPONSIVIDADE BRÔNQUICA NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.....	22
FIGURA 3	- PRINCIPAIS MECANISMOS DE BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO DESCRITO POR GOTSHALL (2000) ADAPTADO POR CIESLAK (2013).....	28
FIGURA 4	- TEORIA DA MUDANÇA OSMÓTICA DO BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO DESCRITO POR CRAIG; DISPENZA (2013).....	29
FIGURA 5	- EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM ASMA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO/BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.....	31
FIGURA 6	- ARTIGOS DE INTERVENÇÃO EM BIE E EXERCÍCIO FÍSICO.....	35
FIGURA 7	- DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO.....	42
FIGURA 8	- VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	63
FIGURA 9	- VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	64
FIGURA 10	- VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E INFLAMATÓRIA NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	68
FIGURA 11	- VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	69
FIGURA 12	- VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA BASAL NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	73
FIGURA 13	- VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	77
FIGURA 14	- VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.....	78

FIGURA 15	- % DE INDIVÍDUOS COM AUMENTO DA FUNÇÃO PULMONAR NO PERÍODO PRÉ E PÓS-TREINAMENTO.....	79
FIGURA 16	- % DE INDIVÍDUOS COM REDUÇÃO DO BIE (<10%) NO PERÍODO PRÉ E PÓS-TREINAMENTO.....	80
FIGURA 17	- CURVA DO VEF ₁ APÓS TESTE DE BIE NO PERÍODO PRÉ-TREINAMENTO.....	81
FIGURA 18	- CURVA DO VEF ₁ APÓS TESTE DE BIE NO PERÍODO PÓS-TREINAMENTO.....	81
FIGURA 19	- COMPORTAMENTO DO % QUEDA VEF ₁ E AAC ₀₋₃₀ MEDIANTE OS FATORES MECÂNICOS E INFLAMATÓRIO.....	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	- RESUMO DOS ESTUDOS DE BIE E INTERVENÇÃO DE EXERCÍCIO FÍSICO.....	37
TABELA 2	CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX].....	57
TABELA 3	- CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E INFLAMATÓRIA DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO.....	58
TABELA 4	- CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA BASAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX].....	59
TABELA 5	- CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX].....	60
TABELA 6	- CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX]...	62
TABELA 7	- CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS LIPÍDICAS BIOQUÍMICAS E INFLAMATÓRIA DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO.....	67
TABELA 8	- CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA BASAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX].....	72
TABELA 9	- CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA±DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MIN-MÁX].....	76

LISTA DE ABREVIATURAS

AIE	- Asma induzida pelo exercício
BIE	- Broncoespasmo induzido pelo exercício
AAC ₀₋₃₀	- Área acima da curva
Bpm	- Batimentos por minuto
CA	- Circunferência abdominal
CDC	- <i>Center for Disease Control and Prevention</i>
Cm	- Centímetros
CRP	- Proteína C-Reativa
CT	- Colesterol total
CVF	- Capacidade vital forçada
FC	- Frequência cardíaca
FC _{máx}	- Frequência cardíaca máxima
FC _{rep}	- Frequência cardíaca de repouso
FEF _{25-75%}	- Fluxo expiratório forçado entre 25 a 75%
HAS	- Hipertensão arterial sistêmica
HC	- Hospital de Clínicas
HDL-C	- <i>High-density lipoprotein cholesterol</i>
HOMA-IR	- <i>Homeostasis metabolic assessment</i>
IMC	- Índice de massa corporal
ISAAC	- <i>International Study of Asthma and Allergies in Childhood</i>
Kcal	- Quilocalorias
Kg	- Quilos
LDL-C	- <i>Low-density lipoprotein cholesterol</i>
l.min ⁻¹	- Litros divididos por minutos
Mg	- Miligramas
Min	- Minutos
ml	- Mililitros
ml . (kg.min) ⁻¹	- mililitros divididos por quilos e minutos
MC	- Massa corporal
MG	- Massa gorda
MLG	- Massa livre de gordura
MmHg	- milímetros de mercúrio
μUI/ml	- micro unidades por mililitros
μg/ml	- micro gramas por mililitros
PAS	- Pressão arterial sistólica
PAD	- Pressão arterial diastólica
% de Gordura	- Percentual de gordura
% Queda _{máx} VEF ₁	- Percentual da queda máxima do VEF ₁
Queda _{máx} VEF ₁	- Queda máxima do VEF ₁ em litros
QUICKI	- <i>Quantitative insulin sensitivity check index</i>
TMrep	- Taxa metabólica de repouso
VEF ₁	- Volume expiratório forçado no primeiro segundo
VEF ₁ Queda _{máx}	- Queda máxima do VEF ₁ em litros
VEF ₁ /CVF	- Volume expiratório forçado no primeiro segundo divididos pela capacidade vital forçada
VO ₂	- volume de oxigênio consumido
VO _{2max}	- consumo máximo de oxigênio

RESUMO

Estudos têm avaliado a relação entre asma e obesidade em crianças e adolescentes, entretanto, investigações sobre os efeitos do exercício físico nos parâmetros inflamatórios e o impacto sobre o broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) são limitadas. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de 12 semanas de treinamento aeróbio sobre o BIE, parâmetros metabólicos e inflamatórios em adolescentes com excesso de peso. Estudo longitudinal, experimental, comparativo e correlacional composto por 36 adolescentes com excesso de peso, de ambos os gêneros, divididos em três grupos, sendo o grupo 1 = BIE + Exercício (n=12), grupo 2 = Exercício (n=10) e grupo 3 = Controle (n=9). O diagnóstico de asma foi realizado por histórico clínico e questionário ISAAC, e a avaliação pulmonar pelo teste indutor de BIE. Utilizou-se o teste de BIE, considerando positiva a diminuição do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) $\geq 10\%$ do valor pré-exercício. Foram realizadas as mensurações pré e pós-teste de VEF_1 (3^0 , 5^0 , 10^0 , 15^0 e 30^0). Calculou-se o percentual da queda máxima do VEF_1 em relação ao basal. Realizaram-se mensurações de composição corporal, hemodinâmicas e cardiorrespiratórias no período pré e pós-treinamento. O programa de atividades aeróbias consistiu de 12 semanas de treinamento em natação, ginástica de academia, caminhada terrestre e ciclismo indoor. Cada sessão durava 100 minutos, em três vezes na semana e totalizando 36 sessões. Verificou-se a normalidade para análise dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparação dos grupos na fase inicial foram aplicados os teste de ANOVA e Kruskal-Wallis, e na fase de pré e pós-treinamento utilizaram-se os testes de ANOVA para medidas repetidas e ANOVA de Friedman. As medidas de proporções foram analisadas pelo teste de *McNemar* e *Q de Cochran*. O coeficiente de correlação *Tau de Kendall* foi aplicado para analisar a relação entre variáveis. O nível de significância foi de $p < 0,05$. Para as características iniciais verificaram-se para o grupo BIE + Exercício menores valores de TM_{rep} ($p = 0,014$) e no Controle baixos valores de FC_{rep} ($p = 0,003$). Para as variáveis espirométricas verificaram-se menores valores para o grupo BIE + Exercício nas variáveis VEF_1 (% Predito) ($p = 0,036$), % VEF_1/CVF ($p = 0,002$), PFE (% Predito) ($p = 0,009$), $FEF_{25-75\%}$ ($p = 0,013$), $FEF_{25-75\%}$ (% Predito) ($p = 0,001$), % Queda VEF_1 ($< 0,001$) e AAC_{0-30} ($p = 0,003$). Os efeitos significativos do período de intervenção foram detectados para as variáveis estatura ($p < 0,001$), MG ($p = 0,034$), % MG ($p = 0,033$), % MLG ($p = 0,033$), PCR ($p < 0,001$), TM_{rep} ($p = 0,018$), VO_2 (L/min) ($p = 0,001$), VO_2 (ml/kg/min) ($p = 0,003$), percepção subjetiva de esforço OMNI ($p < 0,001$), % VEF_1 ($p = 0,034$), % Queda VEF_1 ($p < 0,001$) e AAC_{0-30} VEF_1 ($p < 0,001$). Os percentuais do índice de melhora da função pulmonar diferiu entre os grupos ($p < 0,001$), tendo maior eficácia para o grupo BIE + Exercício ($p = 0,002$). Os valores de correlações indicaram valores positivos e significativos para a relação entre AAC_{0-30} e CRP ($r = 0,545$; $p = 0,014$). O treinamento de 12 semanas com exercícios físicos aeróbios reduziram o BIE e CRP em adolescentes com excesso de peso, apresentando também efeitos positivos sobre a função pulmonar e parâmetros bioquímicos.

Palavras-chave: adolescente, asma induzida por exercício, exercício físico, obesidade, inflamação.

ABSTRACT

Studies have evaluated the relationship between asthma and obesity in children and adolescents, however, research into the effects of physical exercise on inflammatory parameters and the impact on exercise-induced bronchospasm (EIB) are limited. The objective of this study was to evaluate the effects of the 12 weeks of the aerobic training on the EIB, inflammatory and metabolic parameters in overweight adolescents. Longitudinal, experimental, comparative and correlational study consisted of 36 adolescents with excess weight, of both sexes, divided into three groups, with group 1 = EIB + exercise (n=12), group 2 = exercise (n=10) and group 3 = control (n=9). The diagnosis of asthma was made by clinical history, ISAAC questionnaire and pulmonary evaluation by the EIB inductor test. We used the EIB test considering positive the decrease in forced expiratory volume in one second (FEV₁) > 10% of pre-exercise. Measurements were performed pre and post-test (30, 50, 100, 150 and 300). We calculated the percentage of maximal fall in FEV₁ from baseline. There were measurements of body composition, cardiorespiratory and hemodynamic in the pre and post-training. The program consisted of aerobic activities for 12 weeks of training in swimming, gymnastics, indoor cycling and walking. Each session lasted 100 minutes, three times a week, totaling 36 sessions. It is normality for data analysis by the Shapiro-Wilk test. To compare the groups in the initial phase were applied ANOVA and Kruskal-Wallis test, pre and post-training tests used the ANOVA for repeated measures and Friedman ANOVA test. Measures proportions were analyzed by McNemar and the Cochran Q test's. The correlation coefficient of Kendall Tau was applied to analyze the relationship between variables. The level of significance was set at $p < 0.05$. For the initial characteristics were found for the group Exercise + EIB MTrest smaller values ($p = 0.014$) and low values of HRrest control ($p = 0.003$). For spirometric variables found lower values for the EIB + exercise group in FEV₁ (% Predicted) ($p = 0.036$), % FEV₁/FVC ($p = 0.002$), PEF (% Predicted) ($p = 0.009$), FEF_{25-75%} ($p = 0.013$), FEF_{25-75%} (% Predicted) ($p = 0.001$), % FEV₁ Fall (< 0.001) and AAC₀₋₃₀ ($p = 0.003$). The significant effects of the intervention were detected for the height ($p < 0.001$), BF ($p = 0.034$), % BF ($p = 0.033$), FFM% ($p = 0.033$), CRP ($p < 0.001$), MTrest ($p = 0.018$), VO₂ (L / min) ($p = 0.001$), VO₂ (ml / kg / min) ($p = 0.003$), OMNI perceived exertion ($p < 0.001$), % FEV₁ ($p = 0.034$), % Fall FEV₁ ($p < 0.001$) and AAC₀₋₃₀ FEV₁ ($p < 0.001$). The percentage rate of improvement in lung function differed between groups ($p < 0.001$), and greater efficiency for the EIB + exercise group ($p = 0.002$). The correlation values indicated positive and significant relationship between AAC₀₋₃₀ and CRP ($r = 0.545$, $p = 0.014$). The 12-week training with aerobic exercise has reduced EIB and CRP in overweight adolescents, also presenting positive effects on pulmonary function and biochemical parameters.

Key words: adolescent, exercise induced asthma, physical exercise, obesity, inflammation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVOS.....	17
1.1.1 Objetivo Geral.....	17
1.1.2 Objetivos Específicos.....	17
1.2 HIPÓTESES.....	18
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1 OBESIDADE, SINTOMAS RESPIRATÓRIAS E INFLAMAÇÃO.....	19
2.2 BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO.....	25
2.3 TREINAMENTO FÍSICO E BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO.....	31
3 MÉTODOS.....	39
3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA.....	39
3.2 PARTICIPANTES.....	39
3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS.....	43
3.3.1 Local.....	43
3.3.2 Avaliações Antropométricas e Clínicas.....	43
3.3.3 Avaliação da Composição Corporal.....	45
3.3.4 Avaliação da Taxa Metabólica de Repouso.....	46
3.3.5 Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória.....	46
3.3.6 Exames Laboratoriais.....	49
3.3.7 Teste de Broncoprovocação.....	50
3.3.7.1 Critérios para realização dos testes.....	50
3.3.7.2 Função pulmonar pré-teste.....	51
3.3.7.3 Teste de Broncoprovocação com Exercício Físico.....	52
3.3.7.4 Função pulmonar pós-teste.....	52
3.3.8 Programa de Intervenção.....	53
3.3.9 Procedimentos de Segurança.....	54
3.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS.....	55
4 RESULTADOS.....	57
4.1 CARACTERÍSTICAS INICIAIS.....	57
4.2 RESULTADOS APÓS INTERVENÇÃO DE 12 SEMANAS.....	60
4.3 RELAÇÕES DAS VARIÁVEIS.....	82
5 DISCUSSÃO.....	84
5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	90
5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS.....	91
6 CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS.....	93
APÊNDICES.....	105
ANEXOS.....	111

1 INTRODUÇÃO

As prevalências de asma e obesidade aumentaram de forma substancial nas últimas décadas, desse modo, essas doenças têm sido consideradas como problemas de saúde pública (CASTRO-RODRIGUEZ et al., 2001; STORY, 2007). Pesquisas têm sugerido que o excesso de peso pode aumentar o risco de distúrbios respiratórios, associados aos fatores inflamatórios (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b), alterações na mecânica ventilatória (ULGER et al., 2006; CIESLAK et al., 2010; CIESLAK et al., 2012; CRAIG; DISPENZA., 2013) e na hiperresponsividade brônquica (STORY, 2007; SHORE, 2008). Dessa forma, durante a prática de atividades físicas, indivíduos podem desencadear broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) em maior intensidade quando existe a associação da asma com o excesso de peso, denotando-se como fator limitante (FANELLI et al., 2007; CIESLAK et al., 2010; CIESLAK et al., 2011; CIESLAK et al., 2012a; CRAIG; DISPENZA, 2013).

O BIE pode ocorrer após atividades intensas e com isso acarretar sintomas respiratórios que podem limitar a participação de indivíduos obesos em atividades físicas como terapêutica (OLIVEIRA; LEITE, 2007). A frequência e intensidade do BIE varia com as características dos indivíduos em relação à presença de asma e obesidade (CIESLAK et al., 2010; CRAIG; DISPENZA, 2013), condições do exercício desencadeado e fatores ambientais (GOSTHALL, 2000; CRAIG; DISPENZA, 2013). Mesmo em repouso, de acordo com o grau de adiposidade, pode ocorrer desequilíbrio na função pulmonar, de modo que, os padrões respiratórios que predominam na obesidade são os restritivos, mas também podem ser mistos (restritivos e obstrutivos) (DEL RIO NAVARRO et al, 2011).

A obesidade pode causar sintomas respiratórios como a dispnéia para o exercício físico, aumento da respiração forçada e mudanças na capacidade pulmonar, sintomas que são indicados em sujeitos com e sem o diagnóstico de asma (CRAIG; DISPENZA, 2013). Aparentemente os efeitos da gordura visceral e subcutânea sobre as doenças relacionadas à obesidade são mediados pelo comportamento da adiposidade visceral, reduzindo o volume pulmonar e causando dificuldade na expansão torácica (SHORE, 2008). Para a população com excesso de peso são verificadas associações entre fenótipos não-alérgicos de asma com sintomas severos, com aumento do uso de medicações asmáticas preventivas e diminuição das respostas para inalação de esteróides anti-inflamatórios (LUDER et al., 1998; DEL RIO NAVARRO et al., 2011). Além disso, diversos mediadores são sintetizados e secretados por células do tecido adiposo, os quais têm sido nominadas adipocitocinas. Incluem-se nesse grupo as interleucinas, fator de necrose tumoral alfa, leptina, adiponectina, bem como a proteína c-reativa (CRP) (SHORE, 2008; JARTTI et al., 2009; DEL RIO NAVARRO et al., 2011; DERAZ et al., 2012).

Os testes de função pulmonar e avaliação clínica apresentam característica “padrão-ouro” para avaliação do grau de asma, entretanto a CRP tem sido considerada como novo marcador para analisar diferentes concentrações de severidade da asma (DERAZ et al., 2012). Elevadas concentrações de CRP demonstram estar associadas ao declínio da função pulmonar em sujeitos asmáticos (CANOZ et al., 2008; RASMUSSEN et al., 2009), independente dos efeitos do excesso de peso, aptidão cardiorrespiratória e inflamação eosinofílica (RASMUSSEN et al., 2009). Na população pediátrica, estudo também indicou que as concentrações da CRP estão relacionadas diretamente com a quantidade de gordura corporal e inversamente com a capacidade vital forçada (RUIZ et al., 2007).

Dessa forma, o aumento do tecido adiposo em sujeitos obesos pode acarretar em estado sistêmico pró-inflamatório e elevar as concentrações de diversas citocinas (DELGADO et al., 2008; SHORE, 2008; JARTTI et al., 2009; FAZELIFAR et al., 2011).

A influência do excesso de peso diante das disfunções respiratórias tem sido analisada de diversas formas em estudos recentes (CANOZ et al., 2008; ENELI et al., 2008; CIESLAK et al., 2010; SCIPIONI et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b). De fato, muitas análises entre asma e obesidade têm sido verificadas sobre diferentes perspectivas para a redução dos sintomas (ENELI et al., 2008), indicando que o comportamento adequado da função pulmonar parece estar associado a redução da massa corporal sob diversas alternativas de tratamento (ENELI et al., 2008; SCIPIONI et al., 2010; FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b). Porém, as diferenças nas seleções de amostra, faixas etárias, gêneros, etnias e heterogeneidade das intervenções têm dificultado no diagnóstico adequado dos principais fatores clínicos desse processo (ENELI et al., 2008).

A atividade física tem sido indicada como forma terapêutica para indivíduos obesos (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b) e asmáticos (BASARAN et al., 2006; FANELLI et al., 2007; BONSIGNORE et al., 2008; WANG et al., 2009; WICHER et al., 2010). Programa interdisciplinar desenvolvido para adolescentes obesos asmáticos e não asmáticos (DA SILVA et al., 2012b), que incluiu intervenção clínica, nutricional psicológica e exercício físico, demonstrou que houve melhora dos comportamentos pulmonares e pró-anti-inflamatórios, sendo que, ocorreu aumento da função pulmonar para os obesos asmáticos e não-asimáticos. Além disso, para os fatores pró e anti-inflamatórios,

houve aumento das concentrações de adiponectina e diminuição dos valores de leptina e CRP em ambos os grupos. Esses resultados sugerem que o potencial efeito benéfico do exercício físico sobre o grau de inflamação da CRP pode ser explicado pelas variáveis espirométricas (RUIZ JUNIOR et al., 2007; FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012b). Além disso, os benefícios da aptidão física e do exercício físico tem sido significativos na prevenção e tratamento da obesidade (FAZELIFAR et al., 2011).

Por outro lado, o exercício físico pode desencadear o BIE após atividades intensas e com isso acarretar sintomas respiratórios, que podem limitar a participação de indivíduos obesos em atividades físicas como terapêutica (OLIVEIRA; LEITE, 2007). A frequência e intensidade do BIE varia com as características dos indivíduos em relação à presença de asma e obesidade (CIESLAK et al., 2010), condições do exercício desencadeado e fatores ambientais (POULAIN et al., 2006).

Em indivíduos obesos, evidencia-se carência de estudos que investigaram os efeitos do exercício físico nos parâmetros inflamatórios, bem como o impacto sobre o BIE. O treinamento aeróbio tem sido recomendado para a obesidade e BIE (OLIVEIRA; LEITE, 2007), entretanto os tipos de exercício físico e a relação dose-resposta ainda não estão estabelecidos no que se refere à terapêutica para diminuição de BIE, principalmente na população infanto-juvenil com excesso de peso. Com base em evidências (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b) de que o exercício físico pode evidenciar melhora dos parâmetros inflamatórios e dos componentes de aptidão física em obesos, hipotetiza-se que o treinamento aeróbio em adolescentes com excesso de peso pode demonstrar efeitos positivos no tratamento dos parâmetros de inflamação

sistêmica, fornecendo assim subsídios para evolução do comportamento pulmonar durante execução de atividades diárias e diminuição do BIE.

Portanto, o propósito do presente estudo foi investigar a influência de um programa de exercício aeróbio sobre o BIE, parâmetros antropométricos, cardiorrespiratórios, metabólicos e inflamatórios em adolescentes com excesso de peso. Os achados deste estudo poderão contribuir para a terapêutica de alterações relacionadas BIE e obesidade, que são altamente prevalentes na população pediátricas e que ainda não possuem ferramentas adequadas de tratamento complementar com atividades físicas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos do exercício físico aeróbio sobre o BIE, parâmetros metabólicos e inflamatórios em adolescentes com excesso de peso, na faixa etária dos 10 aos 16 anos, após 12 semanas de treinamento.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a frequência de alterações antropométricas, composição corporal, elementos cardiorrespiratórios, fatores hemodinâmicos, inflamatórios e pulmonares em adolescentes obesos com e sem BIE;

- Comparar o efeito de 12 semanas de exercícios físicos sobre os fatores antropométricos e clínicos, composição corporal, taxa metabólica de repouso, elementos cardiorrespiratórios, aspectos hemodinâmicos, inflamatórios e pulmonares em adolescentes obesos com e sem BIE, em relação ao grupo controle;
- Relacionar as modificações do % de Gordura, concentração da Proteína C-Reativa e do $VO_{2\text{máx}}$ absoluto com a intensidade do % Queda VEF_1 e AAC_{0-30} , em adolescentes obesos com BIE, após 12 semanas de exercícios físicos aeróbios.

1.2 HIPÓTESES

- As alterações antropométricas, composição corporal, parâmetros cardiorrespiratórios, metabólicos, inflamatórios e pulmonares apresentam maior frequência em adolescentes com excesso de peso que apresente BIE;
- O efeito de 12 semanas de exercícios físicos sobre os fatores antropométricos e clínicos, composição corporal, taxa metabólica de repouso, elementos cardiorrespiratórios, aspectos hemodinâmicos, inflamatórios e pulmonares será eficaz em adolescentes obesos com e sem BIE;
- A redução do % de Gordura e da concentração da Proteína C-Reativa, bem como o aumento do $VO_{2\text{máx}}$ absoluto, serão efetivos para diminuir a intensidade do % Queda VEF_1 e AAC_{0-30} , em adolescentes obesos com BIE, após 12 semanas de exercícios físicos aeróbios.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 OBESIDADE, SINTOMAS RESPIRATÓRIOS E INFLAMAÇÃO

A prevalência de obesidade tem aumentado em todos os grupos etários, demonstrando ser processo patológico de caráter crônico e epidêmico no âmbito mundial (LISSAU et al., 2004; JANSSEN et al., 2005). Nesse sentido, a evolução das pesquisas científicas referentes ao excesso de peso tem apresentando evolução substancial no decorrer dos últimos 30 anos. As principais bases de dados revelam que o principal impacto de aumento das pesquisas na área de obesidade ocorreu na transição de 2000 para 2010, sendo que, na base de dados MEDLINE/PUBMED o número de pesquisas aumentou de 21.947 para 60.293, enquanto que na base de dados SCOPUS/SCIENCE DIRECT o número de artigos evoluiu de 24.173 para 97.655 (FIGURA 1).

Embora a literatura demonstre a progressão dos estudos em obesidade durante diferentes décadas, verificam-se muitas possibilidades etiológicas da obesidade e do comportamento do tecido adiposo, principalmente como combustível no metabolismo fisiológico e na regulação hormonal (FAZELIFAR et al., 2011). O excesso de peso pode ocasionar ainda, um aumento do custo de oxigênio devido a dispnéia causada pelo decréscimo da complacência torácica (STORY, 2007). Nesse sentido, os estudos de obesidade apresentados pela literatura abordam diversas questões, porém com muitas dúvidas nas respostas sobre o tema, principalmente na relação com o tratamento do exercício físico em crianças e adolescentes (FAZELIFAR et al., 2011).

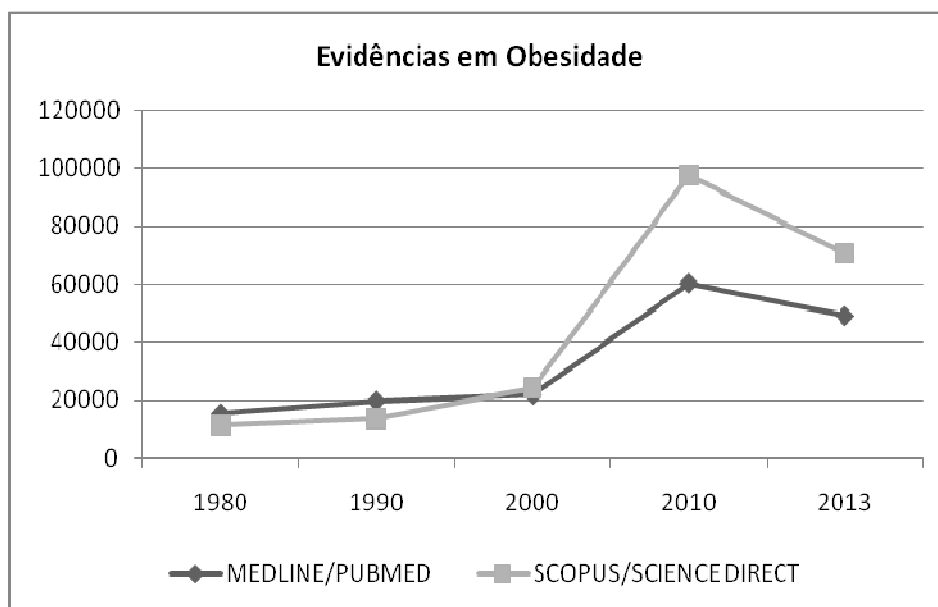


FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM OBESIDADE NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.

Em crianças e adolescentes o excesso de peso está relacionado ao estilo de vida da população infanto-juvenil (JANSSEN et al., 2005), com tendência para o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (LEITE et al., 2009) e aliada a possibilidade de risco para os sintomas de asma (SHORE, 2008). O aumento da obesidade concomitantemente ao surgimento da asma tem indicado que esses processos patológicos podem estar relacionados (SHORE, 2008; HASAN et al, 2009; SHORE, 2010; DEL RIO NAVARRO et al., 2011). No entanto, os resultados de estudos que verificaram as relações entre asma e obesidade em crianças não foram claramente consistentes, caracterizando essa análise de forma extremamente complexa (VON KRIES et al., 2001; VON MUTIUS et al., 2001; SHORE, 2008; CIESLAK et al., 2010).

O aumento da prevalência de asma em diversos países tem sido recorrente (EDER; EGE; VON MUTIUS, 2006), como nos Estados Unidos, no qual dados indicam que em 16 anos a prevalência de asma apresentou incremento 74%

(SCHAUB; VON MUTIUS, 2005). A literatura aponta que os aspectos genéticos podem não explicar o aumento dessa magnitude (GIUBERGIA et al., 2013), nesse sentido, os parâmetros ambientais podem ser descritos como os prováveis causadores dessa rápida expansão (DEL RIO NAVARRO et al., 2011).

O crescimento simultâneo da prevalência de asma e obesidade tem incitado os cientistas a especular que a obesidade pode ser fator determinante para o desenvolvimento da asma (LEUNG et al., 2004; STORY, 2007). Diversos estudos prospectivos, em crianças e adultos, indicam que a obesidade antecede a asma, e que o risco relativo de incidência da asma aumenta com o excesso de índice de massa corporal (SHORE, 2008). Evidências indicam que a obesidade está associada com o diagnóstico de asma, sintomas respiratórios e hiperresponsividade brônquica (STORY; 2007; SHORE, 2008; SHORE, 2010).

Vários parâmetros exemplificam o comportamento simultâneo da asma e excesso de peso, pesquisa relata que na presença da obesidade, as características mecânicas do sistema respiratório são intensamente alteradas e remetem possíveis aumentos da hiperresponsividade brônquica (POULAIN et al., 2006). A definição consensual de hiperresponsividade brônquica é indicada como resposta exagerada aos estímulos ambientais, acarretando à constrição das vias aéreas, enquanto que o termo reatividade se refere ao grau das modificações espirométricas aos estímulos (DEL RIO NAVARRO et al., 2011), sendo que, a asma é considerada doença associada à hiperresponsividade brônquica (FAFFE, 2008). Além disso, podem ser identificados fatores genéticos envolvidos no desencadeamento das crises de asma, predispondo alguns indivíduos ao desequilíbrio das citocinas em resposta as modificações ambientais como as infecções, alérgenos e poluentes (GERN; LEMANSKE; BUSSE, 1999; GIUBERGIA et al., 2013).

O termo hiperresponsividade brônquica é apontado em grande número de pesquisas, sendo que, pode ser identificado em aproximadamente 9.217 estudos na base de dados MEDLINE/PUBMED e 11.722. Além disso, conforme as análises efetuadas nas bases científicas, verifica-se que o grande impacto evolutivo das pesquisas com a utilização do termo hiperresponsividade brônquica ocorreu na transição do período de 1990 para 2000 com a bases de dados MEDLINE/PUBMED aumentando de 924 para 3.332 estudos. Do mesmo modo, a SCOPUS/SCIENCE DIRECT elevou o número de evidências de 541 para 2.792 estudos. No entanto, é importante ressaltar que a SCOPUS/SCIENCE DIRECT apresentou evolução contínua no decorrer do tempo, tornando-se a base de dados com maior número de evidências com hiperresponsividade brônquica. Além disso, somente no período 2011-2013 a presente fonte de investigação científica já indica 2.216 pesquisas publicadas (FIGURA 2).

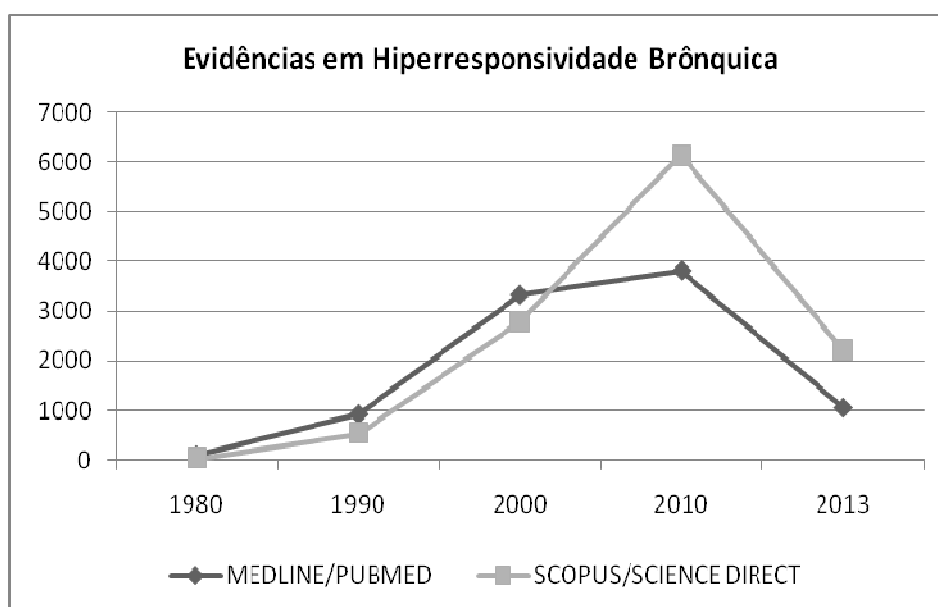


FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM HIPERRESPONSIVIDADE BRÔNQUICA NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.

A evolução dos estudos em hiperresponsividade brônquica apresenta em grande número pesquisas sobre os modelos de redução do volume pulmonar. Adicionalmente, as evidências sugerem que o aumento da obstrução e as alterações das respostas por estímulos, como o exercício físico, podem ser a chave para a hiperresponsividade brônquica (DEL RIO NAVARRO et al., 2011). Embora a literatura apresente a prática de atividades físicas como um mecanismo para minimizar as alterações respiratórias (MILWARD et al., 2010), verifica-se a necessidade de pesquisas em exercício e hiperresponsividade brônquica na população pediátrica.

O aumento da hiperresponsividade brônquica é caracterizado como um dos mecanismos propostos na inter-relação de asma e excesso de peso (STORY, 2007), sugerindo que crianças obesas podem apresentar maior severidade de sintomas de asma em comparação a crianças eutróficas, ou seja, inferindo que o excesso de peso contribui para desenvolvimento de BIE (DEL RIO NAVARRO et al., 2000; CIESLAK et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a).

As evidências científicas relatam que a obesidade, além de estar relacionada ao desencadeamento de crises de asma ao provocar alterações na mecânica respiratória, pode aumentar a resposta inflamatória das vias aéreas causadas pelo excesso de tecido adiposo no organismo (POULAIN et al., 2006; KIM et al., 2008).

A obesidade é caracterizada por baixo grau de inflamação sistêmica com elevação das concentrações de mediadores inflamatórios e proteínas de fase aguda, como a leptina, interleucina-6, fator de necrose tumoral-alfa e proteína c-reativa (STORY, 2007; HASAN et al., 2009). De fato, esses componentes da obesidade podem aumentar a inflamação das vias aéreas, resultando na asma (STORY, 2007). A proteína c-reativa, além de outras moléculas inflamatórias, têm sido associada à

adiposidade corporal total, adiposidade visceral e a baixa aptidão física em adultos (KONDO et al, 2006; JURIMAE; JURIMAE, 2007) e na criança (BARBEAU et al., 2002; ISASI et al., 2003).

Os parâmetros relacionados ao excesso de peso são reconhecidos como possíveis causadores da leucocitose reativa, de modo que, a atividade dos leucócitos apresenta aumento nas suas concentrações e relação com os aspectos de alteração pulmonar em adolescentes obesos (CIESLAK et al., 2010). Além disso, pode ocorrer aumento conjunto da resposta leucocitária com a proteína c-reativa, estabelecendo elevação do processo inflamatório de pacientes obesos (NASCIMENTO et al., 2010).

Os fatores de risco cardiovasculares envolvidos no desenvolvimento da aterosclerose têm sido bem estudados em adultos (KIMURA et al., 2003; HU et al., 2005; PARK et al., 2005), porém o papel de fatores pró-inflamatórios como a proteína c-reativa na formação da aterosclerose na população adulta e pediátrica ainda necessita de novas pesquisas (BALAGOPAL et al., 2005). Evidências indicam que a concentração circulante de proteína c-reativa é importante fator de variância na concentração de adiponectina e que a mesma pode ter efeito de proteção devido a doenças cardiovasculares, por meio da redução na inflamação sub-clínica em adolescentes obesos (BALAGOPAL et al., 2005). Diversos mecanismos podem desempenhar papel para a relação entre obesidade e asma (VAN VEEN et al., 2008). A obesidade possui efeitos sobre a mecânica da função pulmonar, conduzindo ao estado pró-inflamatório sistêmico, aumentando a inflamação das vias aéreas e sendo associado com o número de fatores de risco que podem interferir no controle da asma (SHORE, 2005; BEUTHER; WEISS; SUTHERLAND, 2007),

incluindo a obstrução aérea e hiperresponsividade brônquica (LEMANSKE; BUSSE, 2003).

As relações da massa gorda, aptidão física e marcadores inflamatórios, tem sido objeto de estudo em crianças e adolescentes (NEMET et al., 2003; DA SILVA et al., 2012b). A análise do comportamento dos marcadores inflamatórios com as variáveis cardiorrespiratórias e fatores relacionados à obesidade em adolescentes se justificam para fornecer subsídios válidos ao avanço do conhecimento clínico e científico na prevenção da aterosclerose coronariana e outras complicações cardiovasculares, além da importância em iniciar o procedimento para controle da obesidade na infância (ZHU et al., 2005; DA SILVA et al., 2012a).

Investigações que avaliem as possíveis relações das concentrações de proteína c-reativa, parâmetros fisiológicos e metabólicos na população infanto-juvenil obesa com ou sem BIE e que incluam grupos controles, devem ser incentivadas (DA SILVA et al., 2012a).

2.2 BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO

O BIE é tipicamente caracterizado por histórico de tosse ou respiração curta desencadeado após o exercício (MARTIN-MUÑOZ et al., 2008), sendo que alguns autores utilizam a definição de asma induzida pelo exercício (AIE), entretanto, a AIE deve ser entendida como a condição de sintomas induzidos pelo exercício em pacientes com diagnóstico de asma, enquanto o BIE é considerado para sujeitos asmáticos e não-asimáticos (CRAIG; DISPENZA, 2013).

A literatura indica ainda outros termos que são aplicados a este fenômeno como a obstrução aérea induzida pelo exercício (OAIE) e a obstrução aérea induzida pela hiperpnéia (OAIH). Contudo o BIE tem sido apresentando como o termo mais usual na literatura científica e com acurácia efetiva na descrição deste evento (GOTSHALL, 2000; CRAIG; DISPENZA, 2013). Não obstante, a utilização do BIE é recomendada para descrever a hiperatividade brônquica em populações não-asmáticas (RUNDELL, JENKINSON, 2002; PARSONS, MASTRONARDE, 2005; CRAIG; DISPENZA, 2013).

O diagnóstico de BIE é resultado da obstrução das vias aéreas após o exercício (GOTSHALL, 2000; MARTIN-MUÑOZ et al., 2008), baseado no histórico detalhado de respiração curta, tensão no tórax, tosse ou ação ofegante durante ou após o exercício, laringe dolorida, transtornos estomacais e decréscimo na performance do exercício (CRAIG; DISPENZA, 2013), bem como o diagnóstico objetivo visualizado na queda de VEF₁ maior ou igual 10% após cinco minutos de exercício a 85 e 90% da frequência cardíaca máxima (GOTSHALL, 2000; SINHA, DAVID, 2003; FUENTES et al., 2011). A avaliação do BIE pode ser realizada por intermédio do comportamento da função pulmonar antes e após os testes, sendo caracterizada por queda significativa da função pulmonar (PRICE, 2001; FUENTES et al., 2011).

A prevalência de BIE na população geral sem quadro clínico aparente de asma ou rinite alérgica varia entre 6 a 13% (MILGROM; TAUSSIG, 1999) e pode ser identificado em até 90% de sujeitos asmáticos (GOTSHALL, 2000). Em pesquisa realizada por Cieslak et al. (2010), a frequência de BIE em crianças e adolescentes obesos asmáticos e não-asmáticos apresenta maiores índices de queda no sujeitos obesos asmáticos. O BIE pode ser desencadeado em até 10% de sujeitos saudáveis

que praticam exercícios físicos (GOTSHALL, 2000; BILEN; DUPONT; 2008; MARTIN-MUÑOZ et al., 2008).

Os mecanismos de BIE não têm sido apresentados de forma clara (FIGURA 3), enquanto o exercício pode gerar múltiplos estímulos para induzir o broncoespasmo, a hiperpnéia é estímulo dominante para indução do BIE (MARTIN-MUÑOZ et al., 2008). Os possíveis mediadores do BIE têm sido abordados na literatura, entre os aspectos neurais, estão as catecolaminas circulantes, que podem estimular adrenoreceptores- β_2 e causar broncodilatação, como importante mecanismo para broncodilatação durante o exercício em voluntários saudáveis, sugerindo que um desequilíbrio simpáticoadrenal na resposta do exercício pode facilitar a broncoconstrição em indivíduos com BIE. Em contraste as evidências neurais, diversos fatores bioquímicos são mediadores da resposta de BIE, sendo que os eosinófilos, neutrófilos, basófilos, linfócitos e macrófagos constituem os principais elementos para síntese de agentes inflamatórios e broncoconstritores (GOTSHALL, 2000).

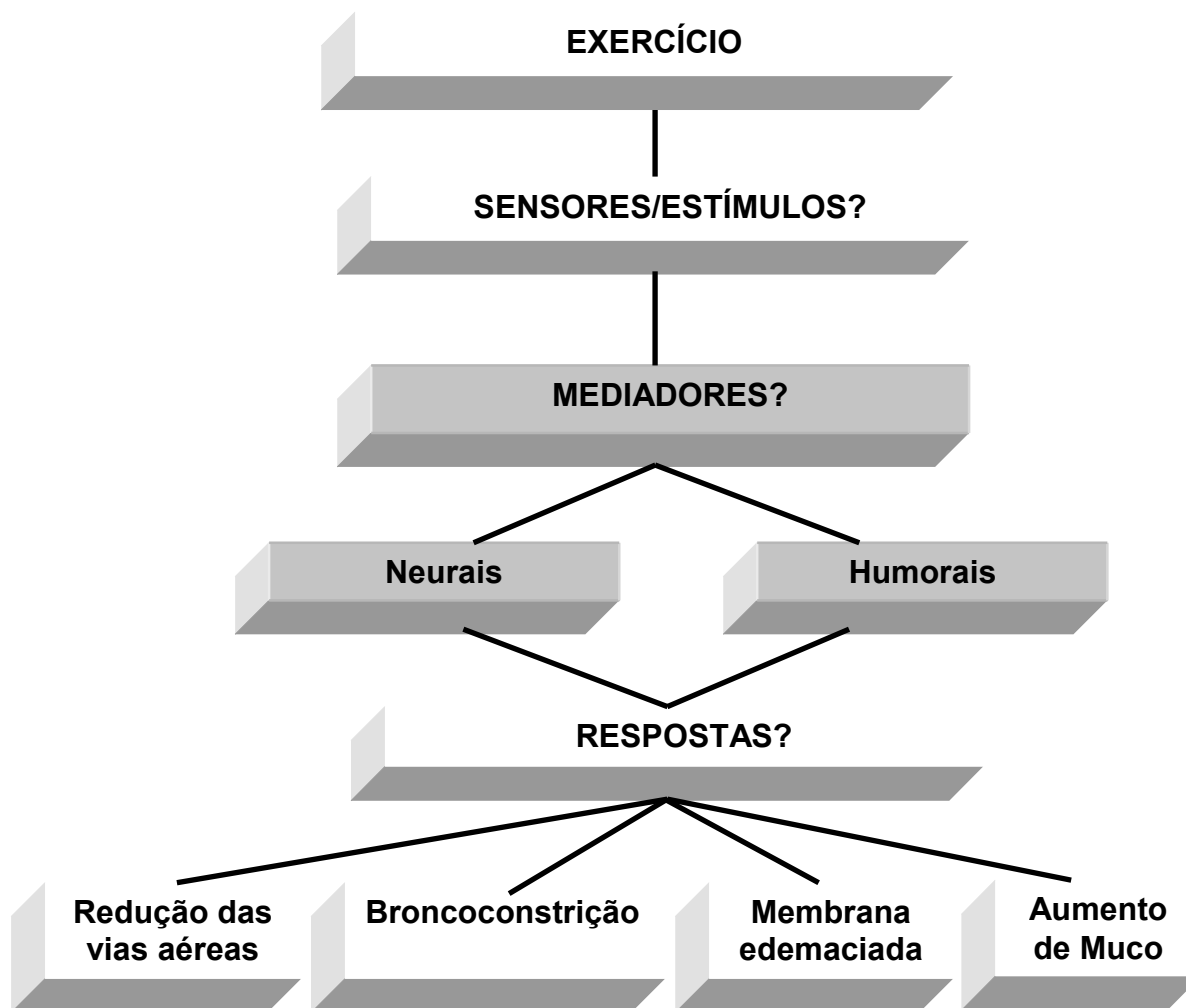


FIGURA 3 – DEMONSTRATIVO DOS PRINCIPAIS MECANISMOS DE BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO DESCRITO POR GOTSHALL (2000) ADAPTADO POR CIESLAK (2013)

Em relação ao estímulo responsável pela resposta do BIE, a hiperpnéia do exercício apresenta papel substancial no início deste estímulo, sendo que a literatura associa este fator como mecanismo chave na estimulação da BIE, embora outros fatores associados ao exercício possam modificar a resposta do BIE (GOTSHALL, 2000). A perda hídrica respiratória pode causar esfriamento da mucosa e desidratação, o qual pode contribuir para a broncoconstrição em diferentes mecanismos paralelos (FIGURA 4). O aumento da osmolaridade e

troca de fluidos pode ser o principal mecanismo, entretanto, existem evidências de que o engurgitamento microvascular pode ser fator de influência no processo de broncoconstrição (CRAIG; DISPENZA, 2013).

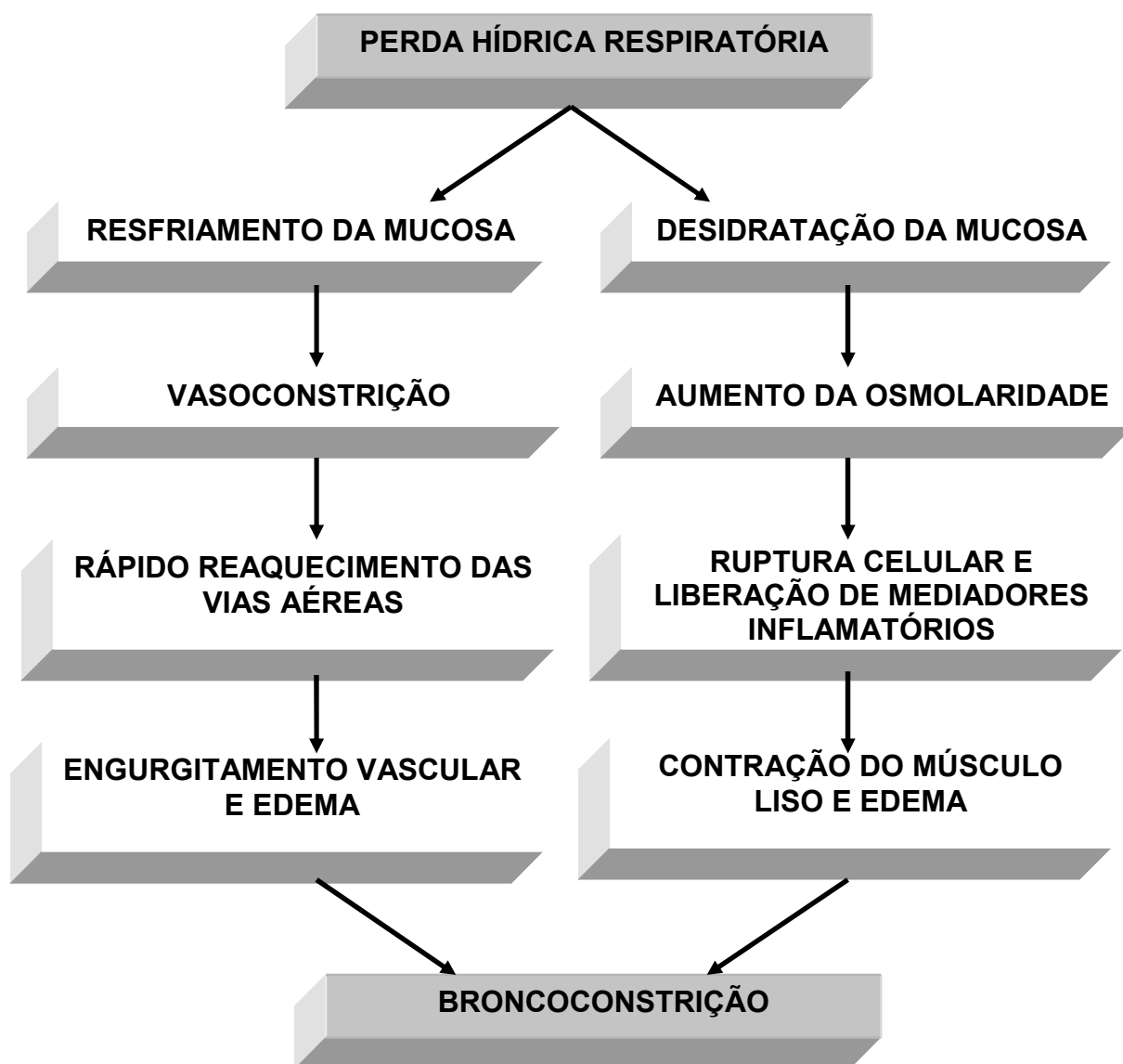


FIGURA 4 – DEMONSTRATIVO DA TEORIA DA MUDANÇA OSMÓTICA DO BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO DESCRITO POR CRAIG; DISPENZA (2013)

Enquanto a maioria dos estudos tem focado o conceito que o BIE constitui uma broncoconstrição ou broncoespasmo, a literatura não apresenta evidências diretas que a musculatura brônquica lisa realmente sofre contração

ativa resultando na obstrução das vias aéreas. Nesse sentido, caracteriza-se que a redução das vias aéreas que ocorre após o exercício é causada pela broncoconstrição, engurgitamento vascular, e aumento da produção de muco (GOTSHALL, 2000). Outro fator que predispõe o desencadeamento do BIE é o baixo nível de aptidão física (KRIEMLER et al., 2005; BONSIGNORE et al., 2008).

Em relação a evolução das pesquisas científicas com AIE e BIE, as bases de dados indicam número crescente de pesquisas a partir dos anos 80, sendo que, a maior transição de aumento em quantidade de estudos ocorreu no período de 2000 para 2010 na base de dados SCOPUS/SCIENCE DIRECT, em que o número de artigos evoluiu de 3.051 para 7.208. Além disso, a partir de 2010 até o momento atual já foram identificadas a publicação de 3.318 pesquisas com o tema BIE. A base de dados MEDLINE/PUBMED demonstra comportamento importante, com evolução dos estudos dos anos 1980 (270 estudos) para 1990 (879 estudos), seguida de diminuição dos estudos de 1990 (879 estudos) para 2000 (754 estudos). Posteriormente, houve novo aumento de 2000 (754 estudos) para 2010 (899 estudos) (FIGURA 5).

A progressão dos estudos em AIE e BIE indica que a dinâmica dos estudos está em grande parte relacionada a explicação dos mecanismos fisiológicos desse processo. Embora seja indicado que os possíveis parâmetros de broncoconstrição não estejam totalmente elucidados (GOSTHALL, 2000; CRAIG, DISPENZA, 2013), verifica-se ainda, a necessidade de evidências que quantifiquem os efeitos potenciais do exercício aeróbio sobre o BIE (CRAIG, DISPENZA, 2013).

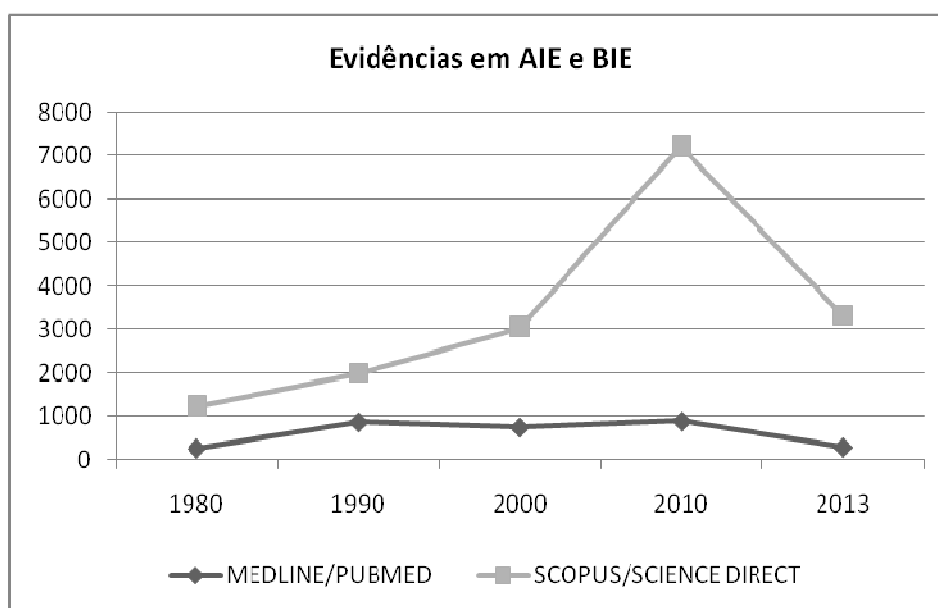


FIGURA 5 – EVOLUÇÃO DAS PESQUISAS CIENTÍFICAS EM ASMA INDUZIDA PELO EXERCÍCIO/BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO NAS PRINCIPAIS BASES DE DADOS.

A literatura demonstra que o sedentarismo tem sido apontado como fator de risco para o BIE, em associação com a intensidade do exercício físico e condições ambientais (GOTSHAL, 2000; RUNDELL et al., 2004; EVANS et al., 2005; STENSRUD; BERNTSEN; CARLSEN, 2006; STENSRUD; BERNTSEN; CARLSEN, 2007; MALMBERG et al., 2008). Poucos estudos foram realizados avaliando o efeito do treinamento sobre o BIE (FANELLI et al., 2007; BONSIGNORE et al., 2008; DA SILVA et al., 2013a).

2.3 TREINAMENTO FÍSICO E BRONCOESPASMO INDUZIDO PELO EXERCÍCIO

Apesar de o exercício físico ser caracterizado como fator desencadeante do BIE, verifica-se aumento de evidências referentes a prática do exercício regular e do condicionamento aeróbio como fatores de redução da frequência e severidade do BIE. As pesquisas sugerem esses possíveis efeitos em modelos

animais e humanos. Porém, os dados das pesquisas são limitados, havendo a necessidade de ensaios randomizados controlados para quantificar os verdadeiros efeitos do treinamento aeróbio sobre as variáveis fisiológicas (CRAIG; DISPENZA, 2013).

O consumo máximo de oxigênio relaciona-se a maior taxa de oxigênio consumida pelo corpo durante exercício máximo ou exaustivo, sendo umas das variáveis mais avaliadas nos últimos anos e utilizadas na prescrição do treinamento (BASSET, HOWLEY, 2000; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009). De acordo com as recomendações oficiais do Colégio Americano de Medicina do Esporte (2009), a prescrição de intensidades de exercício físico entre 40-50% a 85% $VO_{2Máx}$, 55-65% a 90% $FC_{Máx}$ e 12-16 na escala de percepção de esforço (Borg 6-20) são necessárias para se atingir essas significativas modificações orgânicas.

Diversas evidências têm considerado o $VO_{2Máx}$ como um dos melhores indicadores de aptidão cardiorrespiratória, sendo utilizado na prescrição de exercícios aeróbios e controle das adaptações ao treinamento (DUNCAN et al., 1997; DAY et al., 2003; GELLISH et al., 2007). Porém, em cargas máximas de trabalho, evidências indicam a existência de uma constante no valor de VO_2 , conhecido como platô $VO_{2Máx}$ (AMERICAN THORACIC SOCIETY; AMERICAN COLLEGE OF CHEST PHYSICIANS, 2003). Assim, alguns autores utilizam-se do VO_{2pico} , o maior valor de $VO_{2Máx}$, durante os testes máximos (ROWLAND; CUNNINGHAM, 1992).

Na prescrição do exercício é constante o uso de parâmetros ventilatórios para detectar o início da acidose metabólica ocorrida na relação de VO_2 e VCO_2 durante os exercícios máximos (CAIOZZO et al., 1982; BEAVER et al., 1986). A análise do limiar ventilatório é realizada por meio de vários métodos

como: (a) método do equivalente ventilatório: intensidade de exercício físico realizado na qual verifica-se com a ocorrência do primeiro aumento no equivalente ventilatório do oxigênio (VE/O_2) sem concomitante aumento no equivalente ventilatório do dióxido de carbono (VE/VCO_2) (DAVIS, et al., 1980; CAIOZZO, et al., 1982; POWERS et al., 1984); (b) método do excesso de dióxido de carbono ($ExCO_2$): intensidade de exercício físico na qual verifica-se a transição do estado estável de dióxido de carbono rumo a produção excessiva, calculado através da equação $ExCO_2 = (VCO_2 / VO_2) - VCO_2$ (VOLKOV et al., 1975); e (c) método da inclinação em V (do inglês *V-Slope*): intensidade de exercício físico na qual verifica-se, em plotagem VCO_2/VO_2 , aumento na inclinação do valor inferior a 1 para o valor superior a 1 (DAVIS 1985; BEAVER et al., 1986).

Para controle do treinamento e intensidade do exercício, a literatura descreve as escalas de percepção de esforço como ferramentas auxiliadoras no controle da atividade. A percepção de esforço pode ser definida como a habilidade de detectar e interpretar sensações orgânicas durante a realização de exercício físico (NOBLE; ROBERTSON, 1997). A escala de percepção subjetiva de esforço é o instrumento baseado nos parâmetros perceptivos do indivíduo, e afere a percepção de esforço e fadiga durante o exercício, sendo utilizada para mensurar e regular a intensidade do exercício (NOBLE; ROBERTSON, 1997; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

No âmbito científico, devido prioritariamente a sua facilidade operacional e baixo custo, essas escalas têm sido utilizadas em meios clínicos e laboratoriais como indicador do esforço percebido ao exercício físico proposto (ROBERTSON; NOBLE, 1997). Porém, investigações pediátricas utilizam escalas desenvolvidas para utilização em adultos, sendo que, a escala OMNI

evidencia uma boa validade para percepção de esforço em crianças (ROBERTSON et al., 2000; UTTER et al., 2002).

Em relação à prescrição do treinamento para asma, obesidade e o comportamento dos mecanismos inflamatórios, a maioria dos estudos verificados na literatura reporta redução significativa nas concentrações séricas de proteína c-reativa (OKITA et al., 2004; KONDO et al., 2006; KADOGLOU et al., 2007; OLSON et al., 2007; CAMPBELL et al., 2009; FAZELIFAR et al., 2011). Entretanto, algumas evidências não verificaram redução das concentrações de proteína c-reativa (CAMPBELL et al., 2009; DEVRIES et al., 2008).

Pesquisadores avaliaram os efeitos do treinamento sobre os aspectos inflamatórios (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b) e encontraram diminuição nas concentrações de adipocitocinas após programa de treinamento físico em adolescentes com excesso de peso. As concentrações de aspectos dos fatores inflamatórios diminuíram após um ano de programa multidisciplinar (DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b), sendo que os marcadores inflamatórios reduziram significativamente somente com o treinamento físico para outras análises (FAZELIFAR et al., 2011).

Em relação aos treinamentos físicos para indivíduos com alterações respiratórias, estudos demonstram a melhora da função pulmonar com a prescrição de exercícios físicos (BASARAN et al., 2006; FANELLI et al., 2007; BONSIGNORE et al., 2008; WICHER et al., 2010). Uma revisão sistemática que verificou as evidências do treinamento físico em sujeitos com asma, demonstrou que a aptidão física melhora a função cardiorrespiratória sem mudanças na função pulmonar, ou seja, os estudos analisados não deixaram

claro se a melhora na aptidão está relacionada a redução dos sintomas de asma ou melhora da qualidade de vida (RAM et al., 2000).

Por meio de uma análise realizada nas principais bases de dados da literatura, verificou-se aproximadamente 2.913 estudos foram encontrados na base de dados SCOPUS/SCIENCE DIRECT e 188 evidências com a base de dados MEDLINE/PUBMED no que se refere à relevância dos estudos para as áreas de asma, obesidade e exercício (FIGURA 6).

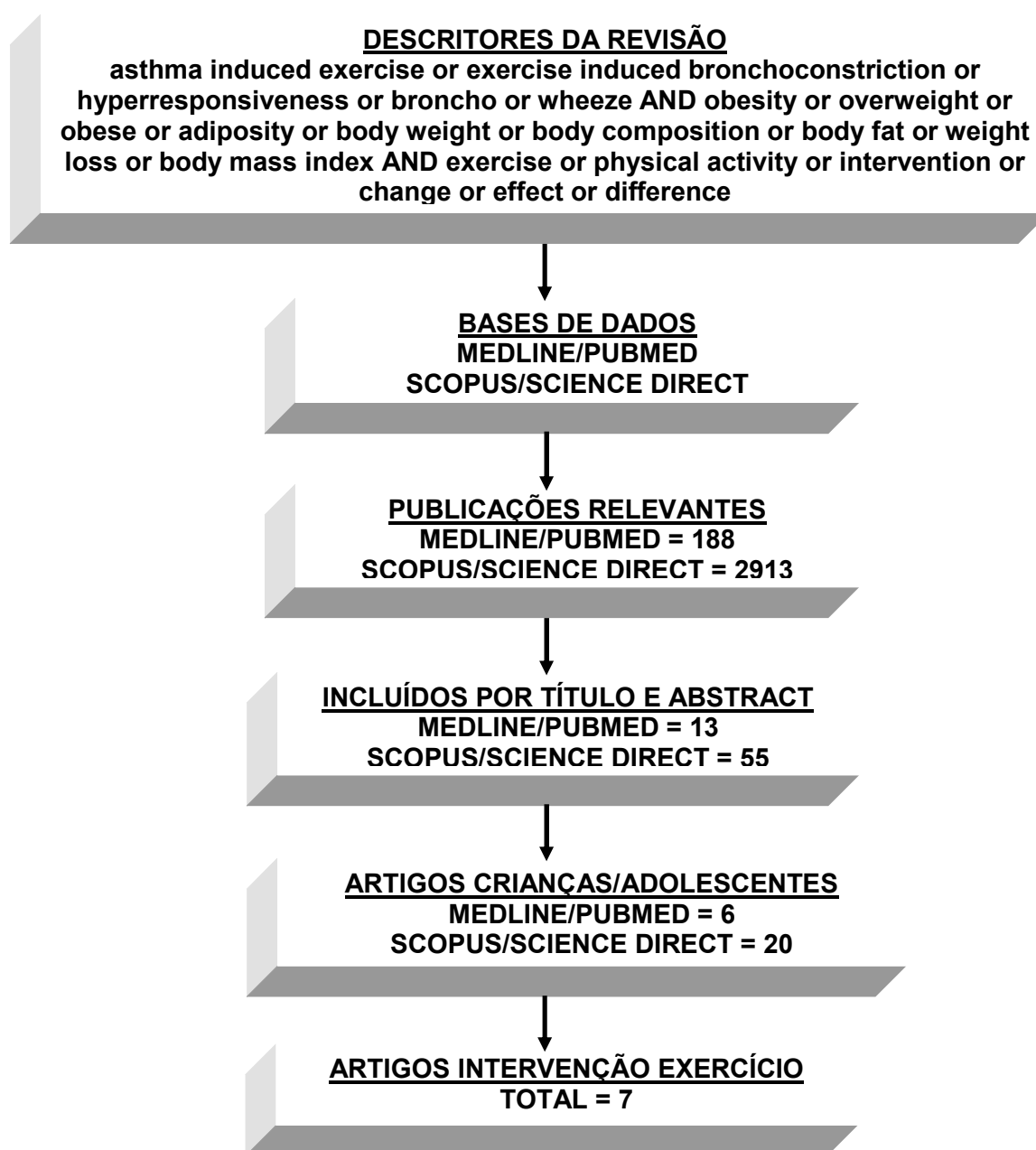


FIGURA 6 – ARTIGOS DE INTERVENÇÃO EM BIE E EXERCÍCIO FÍSICO

A obesidade e a função pulmonar têm sido objetos de estudos devido ao efeito correlacional entre sintomas de asma e excesso de peso (ULGER et al., 2006; LOPES et al., 2009; TENÓRIO et al., 2012; CIESLAK et al., 2013). Uma revisão de estudos sobre a função pulmonar em crianças e adolescentes detectou que as evidências significativas da associação estão relacionadas com a diminuição dos valores de capacidade vital forçada e volume expiratório forçado no primeiro segundo (TENÓRIO et al., 2012).

Os parâmetros de análise dos aspectos de relação entre asma e obesidade têm sido apontados em pesquisas (SHORE, 2008; SHORE, 2010; DEL RIO NAVARRO et al., 2011). Entretanto, dentro da pesquisa de evidências nas principais bases de dados científicas, verifica-se que os estudos referentes a treinamento físico em crianças e adolescentes apresentam poucas evidências.

Após a seleção efetuada nas bases de dados, os artigos encontrados foram analisados criteriosamente e apresentados de forma resumida na Tabela 1, em relação às principais objetivos da pesquisa, sujeitos analisados, processos de intervenções realizados e principais resultados encontrados.

TABELA 1 – RESUMO DOS ESTUDOS DE BIE E INTERVENÇÃO DE EXERCÍCIO FÍSICO

Estudo	Objetivo	Sujeitos	Intervenção	Resultados
Da Silva et al (2012)	Avaliar o papel pró e anti-inflamatório das adipocitocinas sobre o BIE após terapia interdisciplinar em adolescentes obesos	35 adolescentes (15 a 19 anos) Grupo BIE/Obeso = 15 Grupo Obeso = 20	Período = 1 ano. Duração = 60 minutos em 3 vezes por semana. Tipo = 30 minutos de exercício aeróbico e 30 minutos de resistido.	<ul style="list-style-type: none"> - Variáveis antropométricas e função pulmonar apresentaram melhora significativa. - Houve redução do BIE após o tratamento em adolescentes obesos. - Aumento das concentrações de adiponectina e redução das concentrações de leptina.
Fanelli et al (2007)	Verificar se o treinamento aeróbico é efetivo sobre a capacidade cardiorrespiratória em crianças com asma.	38 crianças (7 a 15 anos). Grupo Treinamento = 21. Grupo Controle = 17.	Período = 16 semanas. Duração = 2 sessões por semana de 90 minutos. Tipo = exercício aeróbico na esteira e bicicleta.	<ul style="list-style-type: none"> - Melhora das variáveis fisiológicas no exercício máximo e submáximo. - Diminuição do BIE nos pacientes treinados. - Melhora dos escores de Qualidade de Vida nos pacientes asmáticos treinados.
Fitch; Morton (1971)	Analisar a função ventilatória após três tipos de exercício em pacientes asmáticos.	50 pacientes (11 a 39 anos). Grupo Treinamento = 40. Grupo Controle = 10.	Período = 12 semanas Tipo = corrida, natação e ciclismo.	<ul style="list-style-type: none"> - O BIE reduziu apresentou redução nos pacientes asmáticos após o treinamento. - Os pacientes do treinamento natação apresentaram maior redução do BIE.
Matsumoto et al (1999)	Verificar os efeitos do treinamento de natação sobre a capacidade aeróbia e BIE em crianças com asma.	16 crianças (8 a 12 anos). Grupo Treinamento = 8. Grupo Controle = 8.	Período = 6 semanas Duração = 30 minutos cada dia em 6 dias da semana. Tipo = natação.	<ul style="list-style-type: none"> - Os pacientes apresentaram mudanças na carga do teste de cicloergômetro, % Queda do VEF₁ no teste de natação e cicloergômetro. - Alterações nas concentrações de histamina requeridas para o teste de BIE.
Moreira et al (2008)	Determinar a taxa para prática de exercício e atividades esportivas em crianças e seus pais.	32 crianças (9 a 12 anos). Grupo Treinamento = 16. Grupo Controle = 16.	Período = 12 semanas. Duração = 50 minutos em 2 vezes por semanas. Tipo = Exercícios aeróbicos	<ul style="list-style-type: none"> - Não foram verificadas diferenças nas concentrações de óxido nítrico, eosinófilos e proteína c-reativa. - As alterações na função pulmonar e hiperresponsividade brônquica não foram significativas.
Svenonius et al (1983)	Analisar o papel do BIE diante da medicação e do treinamento físico.	50 adolescentes Grupo treinamento = 40 Grupo Controle = 10	Período = 3 a 4 meses Duração = 60 minutos em 2 vezes por semana. Tipo = natação e exercícios terrestres.	<ul style="list-style-type: none"> - Crianças que fizeram treinamento demonstraram melhora na carga de trabalho. - Melhora significativa do BIE após o treinamento.
VanVeldhoven et al (2001)	Avaliar os efeitos de um programa de exercício físico para crianças com asma.	47 crianças (8 a 13 anos). Grupo treinamento = 23. Grupo controle = 24.	Período = 3 meses. Duração = 60 minutos em 2 vezes por semana no ambiente de treino e 20 minutos em 1 vez por semana em casa. Tipo = atividades de aptidão física e atividades variadas.	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento significativo na carga de trabalho e no consumo de oxigênio. - Decréscimo no percentual da frequência cardíaca submáxima. - Efeito significativo da intervenção no tratamento da asma.

Na análise do BIE, estudos têm utilizado a área acima da curva como parâmetro de boa consistência para análise do comportamento da função pulmonar em adolescentes obesos (CIESLAK et al., 2010). Além disso, estudo recente demonstrou que os métodos de indução da hiperresponsividade brônquica por exercício físico e solução salina hipertônica apresentam boa concordância em adolescentes obesos, entretanto, é válido ressaltar que o método de exercício demonstra indicar menor variabilidade de seus valores, demonstrando a importância da utilização do exercício físico para análise da resposta de função pulmonar (CIESLAK et al., 2013).

Estudo demonstra que a redução do peso pode contribuir para a diminuição da prevalência de asma e de seus sintomas (ENELI et al., 2008). Nesse sentido, as evidências de treinamento físico têm sido apontadas como ferramenta eficaz para o controle da obesidade e melhora da função pulmonar (CHANDRATILLEKE et al., 2012; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b; BEGGS et al., 2013).

A avaliação dos efeitos de treinamento sobre a intensidade e duração do BIE é fator preponderante, visto que, os adolescentes obesos asmáticos apresentam maior intensidade na área acima da curva (CIESLAK et al., 2012b). Entretanto, verifica-se carência de estudos demonstrando a eficácia do treinamento físico aeróbio sobre os parâmetros relacionados ao BIE em adolescentes obesos, principalmente, estudos que explorem a área acima da curva.

3 METODOLOGIA

3.1 PLANEJAMENTO DA PESQUISA

O delineamento do presente estudo classifica-se como longitudinal, experimental, comparativo e correlacional (THOMAS; NELSON, 2007).

3.2 PARTICIPANTES

A amostra do presente estudo foi composta por 47 adolescentes com excesso de peso (10 a 16 anos), de ambos os gêneros, os quais foram classificados de acordo com o índice de massa corporal (IMC), conforme a proposta do *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) (KUCZMARSKI et al., 2000), e conforme a presença ou ausência de broncoespasmo induzido pelo exercício, por intermédio de avaliação realizada pelo instrumento *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC) e avaliação da função pulmonar após aplicação do teste indutor de BIE.

Todos os sujeitos receberam individualmente esclarecimentos a respeito dos objetivos, procedimentos utilizados, possíveis benefícios e riscos atrelados à execução do presente estudo, e posteriormente condicionaram a sua participação de modo voluntário, mediante apresentação do termo de consentimento livre e esclarecido assinado pelos pais ou responsáveis (APÊNDICE 2), e o termo de assentimento assinado pelo próprio participantes (APÊNDICE 3). O protocolo de pesquisa do presente estudo foi fundamentado em conformidade com as diretrizes propostas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde, sobre pesquisas envolvendo seres humanos

(CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE, 1996). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas da do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná sob o número de registro 2460.067/2011-03 (ANEXO 1).

Os seguintes critérios de inclusão foram estabelecidos: (a) condição de participação em todas as avaliações; (b) apresentação do termo de consentimento assinado pelos pais ou responsáveis; (c) apresentação do termo de assentimento assinado pelo adolescente; (d) indivíduos classificados como sobrepeso ou obesos; (e) auto-relato de nenhuma infecção respiratória nas 4 semanas anteriores ao teste, baseado em exames médicos realizados antecedentes ao início das avaliações; (f) auto-relato de nenhum tratamento medicamentoso e histórico de distúrbios cardiovascular, respiratório, músculo-esquelético e/ou metabólico; (g) auto-relato de não uso de alimentos ou medicamentos com cafeína nas 12 horas precedentes a execução dos testes. Foram excluídos os indivíduos que: (a) apresentassem T4 e TSH alterados; (b) fossem classificados como pré-púberes na avaliação de maturação sexual.

Os adolescentes foram divididos, conforme a presença ou não de BIE nos seguintes grupos:

- Grupo Excesso de Peso “Com” Broncoespasmo Induzido pelo Exercício e “Praticante” de Exercício Aeróbico (BIE+Exercício): acima do 85^o percentil, n=12;
- (b) Grupo Excesso de Peso “Sem” Broncoespasmo Induzido pelo Exercício e “Praticante” de Exercício Aeróbico (Exercício): acima do 85^o percentil, n=10;
- (c) Grupo Excesso de Peso “Com” e “Sem” Broncoespasmo Induzido pelo Exercício e “Não Praticante” de Exercício Aeróbico (Controle): acima do percentil 85^o, n=9;

O número de sujeitos foi calculado com base em nível de significância de 0,05, poder estatístico de 0,95 e magnitude de efeito moderado ($f^2 = 0,50$), conforme classificação estabelecida por Cohen (1988), seguido do método de recrutamento por conveniência dos possíveis participantes por meio de convite (APÊNDICE 1), estabelecendo-se um número mínimo de 27 participantes, sendo 9 avaliados para cada grupo.

O cálculo para conter eventuais perdas amostrais apresentou número mínimo de 3 participantes para cada grupo, nesse sentido, foram selecionados 12 participantes para cada grupo, totalizando número mínimo de 36 avaliados no estudo. Para definição dos participantes da pesquisa foram distribuídos 300 convites para escolas e responsáveis interessados, sendo que, houve retorno de 217 convites. Em seguida, foi realizada seleção dos participantes com a inclusão de adolescentes que apresentavam excesso de peso, dessa forma, 104 participantes foram contactados. Entretanto, apenas 78 participantes retornaram os contatos e demonstraram interesse da participação na pesquisa. Verificaram-se os critérios de inclusão do estudo, dessa forma, foram inseridos 47 participantes na pesquisa. Os sujeitos foram divididos em três grupos, sendo o grupo 1 = BIE + Exercício com 16 participantes, grupo 2 = Exercício com 14 participantes e grupo 3 = controle com 17 participantes. Na fase de iniciação das atividades do treinamento verificaram-se desistências para os três grupos. No grupo BIE + Exercício houve quatro desistências, sendo duas pelos horários do projeto, uma por horários da escola e o último desistente não esclareceu o motivo. No grupo Exercício verificaram-se duas desistências, uma por incompatibilidade com o horário do projeto e a outra pela dificuldade com os horários da escola. Para o grupo controle verificaram-se cinco desistências,

três pelos horários do projeto, uma por dificuldade com os horários da escola e o último desistente não esclareceu o motivo de desistência. A seleção dos participantes ocorreu conforme a sistematização apresentada na Figura 7.

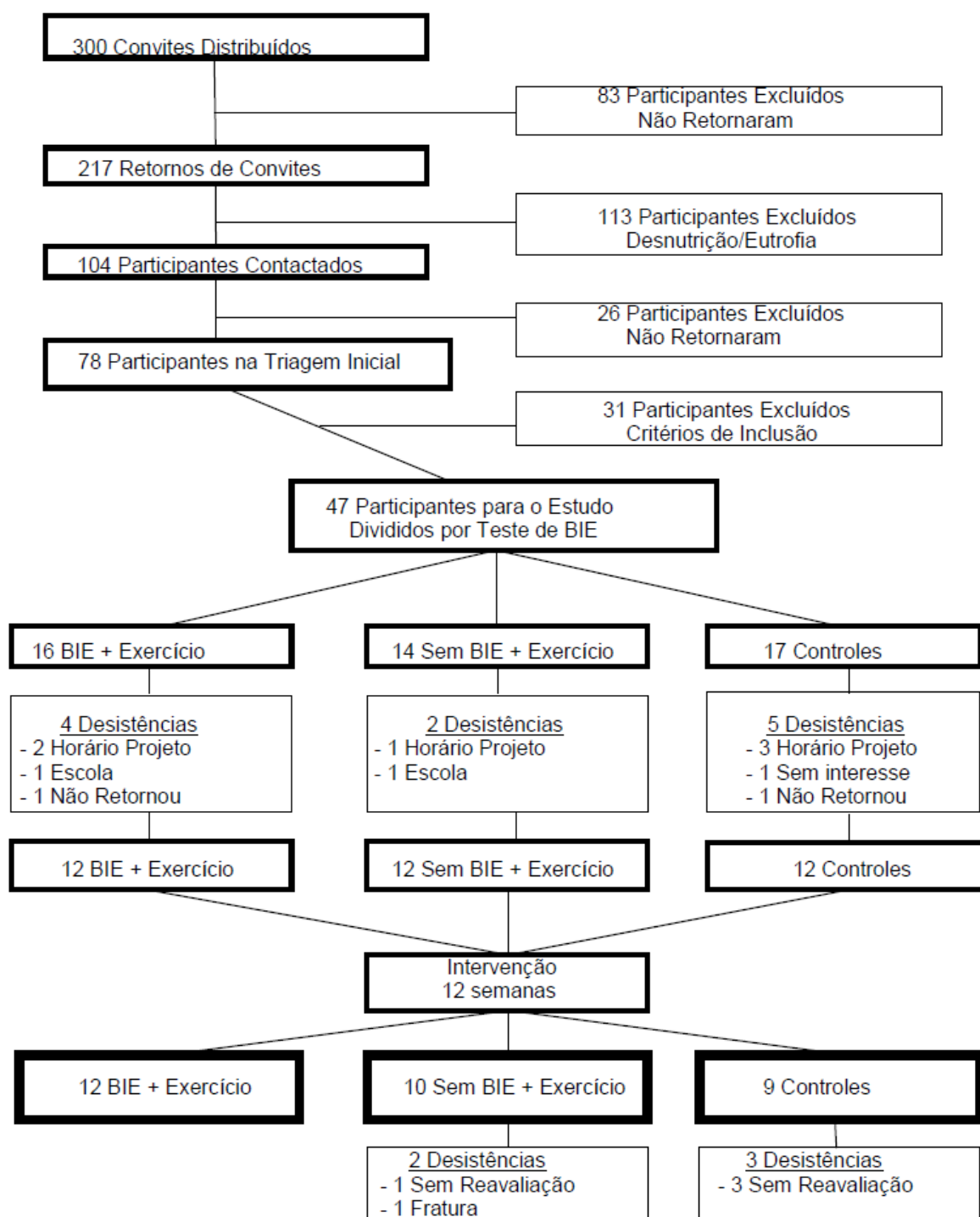


FIGURA 7 – DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO

3.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

3.3.1 Local

A pesquisa foi realizada nas dependências do Núcleo de Qualidade de Vida (NQV) no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE) da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

3.3.2 Avaliações Antropométricas e Clínicas

Todas as avaliações antropométricas foram efetuadas pelo mesmo avaliador, com a realização de três medidas para consideração do valor médio entre as mesmas. Foram utilizadas as técnicas descritas no *Anthropometric Standardization Reference Manual* (LOHMAN; ROCHE; MARTOREL, 1988).

Para medida da estatura corporal (cm) utilizou-se estadiômetro (resolução de 0,1 cm) fixado a parede, de modo que, o indivíduo deveria manter-se em posição ortostática, com os pés unidos e descalços, permanecendo em apnéia respiratória e com a cabeça no plano horizontal de Frankfort durante a medida. Além disso, o avaliado manteve as superfícies posteriores do calcanhar, cintura pélvica, cintura escapular e região occipital em contato com o estadiômetro.

Para a mensuração da massa corporal (MC) (kg) foi utilizada balança digital (Plenna, precisão de 0,1 kg), com o avaliado permanecendo em posição ortostática, no centro da plataforma, descalço e utilizando o mínimo de roupas.

Em seguida, calculou-se o IMC mediante a utilização do índice de Quetelet, em kg/m^2 , conforme o modelo a seguir:

$$\text{IMC (kg/m}^2\text{)} = \frac{\text{massa corporal (kg)}}{(\text{estatura (m)})^2}$$

Conforme o IMC os indivíduos foram classificados segundo os critérios definidos pelo *Center for Disease Control and Prevention* (CDC) (KUCZMARSKI et al., 2000), para sobrepeso e obesidade (percentil acima de 85^o) conforme sexo, idade e etnia (ANEXOS 2 e 3). O IMC foi convertido para IMC-escore Z, utilizando-se o programa *WHO AnthroPlus*.

A mensuração da circunferência abdominal (CA) foi determinada por meio de uma fita antropométrica inextensível (precisão de 0,1 cm), aplicada no ponto médio entre a crista ilíaca e a face externa da última costela, paralela ao solo, estando o sujeito em pé, com o abdômen relaxado, os braços ao longo do corpo e os pés unidos.

A análise puberal dos indivíduos consistiu na utilização do método de auto-avaliação por meio de gravuras conforme os estágios maturacionais propostos por Tanner (1986). As meninas foram avaliadas quanto ao desenvolvimento mamário e a pilificação pubiana e os meninos mensurados quanto a pilificação pubiana (ANEXOS 4 e 5). Esse método apresenta boa consistência para a auto-avaliação em meninos (MARTIN et al., 2001), meninas (BOJIKIAN et al., 2002) e adolescentes obesos (LEITE et al., 2009).

A mensuração dos valores de frequência cardíaca de repouso (FC_{rep}) e das pressões arteriais sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foram realizadas no indivíduo sentado, após 10 minutos de repouso. A FC_{rep} foi obtida por meio do

cardiofrequencímetro (marca Polar®, modelo S625X, Kempele, Finlândia), colocado no indivíduo durante 5 minutos e considerando o valor mais baixo como a FC_{rep} . A pressão arterial foi mensurada no braço direito apoiado em nível cardíaco, com a utilização de um esfigmomanômetro de mercúrio, previamente calibrado e com o tamanho do manguito apropriado ao braço do sujeito. O manguito foi inflado rapidamente até 30mmHg acima do desaparecimento do pulso radial e desinflado a uma velocidade de 2-4mmHg/segundo. A PAS foi identificada pelo aparecimento dos sons e a PAD pelo seu desaparecimento (fase V de Korotkoff). Foram obtidas três medidas, com intervalos de dois minutos entre elas e considerando a medida mais baixa para análise da pressão arterial dos pacientes.

3.3.3 Avaliação da Composição Corporal

A composição corporal foi avaliada com o aparelho de bioimpedância elétrica (Biodynamics tetrapolar®). Foram executados os procedimentos nos indivíduos em jejum de 10 a 12 horas, no período da manhã, em decúbito dorsal, após o esvaziamento vesical. Os eletrodos foram posicionados na superfície dorsal das mãos e dos pés, respectivamente próximos as articulações de mãos e pés, na região medial entre as proeminências distais do rádio e da ulna, entre os maléolos tibial e fibular. Foram obtidos os valores de resistência e calculadas a massa livre de gordura e massa gorda por intermédio das equações validadas por Houtkooper et al. (1992), disponíveis no programa *Comprehensive Body Composition Software*.

3.3.4 Avaliação da Taxa Metabólica de Repouso

O gasto metabólico em repouso foi avaliado pelo método da calorimetria indireta. As mensurações foram realizadas pela manhã, com o aparelho de espirometria computadorizado de circuito aberto (modelo TrueOne[®] 2400, Parvomedics, EUA). A avaliação foi efetuada com o indivíduo acordado após jejum de 10-12 horas, sendo que, o indivíduo permaneceu deitado em uma maca, em repouso, com a máscara conectada ao aparelho de espirometria, realizando a respiração espontânea. O tempo de avaliação foi de 20 minutos, excluindo-se os valores dos últimos cinco minutos (COOPER et al., 2009), sendo determinados o VO_2 e o VCO_2 para determinação do RER e utilizando a equação de WEIR (1949) para cálculo da taxa metabólica de repouso.

3.3.5 Avaliação da Aptidão Cardiorrespiratória

A aptidão cardiorrespiratória foi avaliada em esteira ergométrica e aplicou-se protocolo com intensidade progressiva conforme indicado pelo American College of Sports Medicine (2009).

Inicialmente, uma fita elástica com eletrodos foi ajustada ao tórax do participante para a mensuração da FC, sendo que os batimentos eram verificados por relógio acoplado a esteira ergométrica. Além disso, um prendedor nasal e uma máscara com bucal respiratório bidirecional com formato em T (marca Hans Rudolph[®], modelo 2726, Kansas City, Estados Unidos), conectada via tubo plástico ao sistema de espirometria computadorizado, foram corretamente posicionados no sujeito. Em seguida, um aquecimento padronizado, incluindo cinco minutos de caminhada em uma

velocidade de 2,7 km.h⁻¹ e 10% de inclinação, foi realizado em esteira ergométrica, com o intuito secundário de familiarização com os equipamentos utilizados (PARIDON et al., 2006) e verificação do correto funcionamento dos componentes do sistema de espirometria computadorizado.

Finalmente, após dois minutos de repouso em posição ereta, o teste incremental máximo foi iniciado, sendo conduzido em conformidade com o protocolo proposto por *Bruce* (BRUCE et al., 1978; BRUCE et al., 1981; HEBESTREIT, 2004). O teste iniciou-se com velocidade de 2,7 km.h⁻¹ e 10% de inclinação, mantendo-se por três minutos. Após isso, a velocidade e a inclinação foram aumentadas a cada três minutos até a exaustão volitiva, desistência, ou interrupção do teste pelo avaliador responsável devido à presença de distúrbios orgânicos. A escolha desse protocolo de teste incremental deve-se a sua recomendação em prévias evidências científicas para essa população (HEBESTRAIT, 2004; PARIDON et al., 2006; AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

Durante toda a realização do teste os parâmetros fisiológicos foram avaliados. Após o término do teste incremental máximo, procedimento de volta à calma foi conduzido, por meio de caminhada em velocidade de 2,7 Kp.h⁻¹ e 10% de inclinação durante cinco minutos. O sujeito participante foi então liberado após período de 20 minutos de repouso (sentado) e observação pelo avaliador responsável.

O consumo de oxigênio (VO₂) foi determinado por intermédio do sistema de espirometria computadorizado de circuito aberto (modelo TrueOne[®] 2400, Parvomedics, EUA). O sistema foi calibrado para O₂ e CO₂ com concentração gasosa certificada para O₂ e CO₂ e para ventilação usando seringa de 3L (modelo 5530 marca Hans Rudolph, EUA). O consumo máximo de oxigênio

($VO_{2Máx}$) foi determinado como o maior VO_2 médio verificado entre os últimos 3 minutos. Contudo, para a determinação final do $VO_{2Máx}$, um entre os seguintes critérios deveria ser satisfatoriamente obedecido pelos sujeitos avaliados: (a) estabilidade no VO_2 , indicado por uma diferença inferior a $2,1 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ entre os valores de VO_2 obtidos nos dois últimos estágios completos do teste supracitado; (b) razão de troca respiratória (RTR) inferior a 1,10; e (c) FC dentro de uma variação superior/inferior de 10 bp.min^{-1} da FC predita pela idade ($FC = 207 - 0,7 \times \text{idade}$) (DUNCAN, et al., 1997; DAY et al., 2003; GELLISH et al., 2007).

Para análise detalhada e precisa do consumo máximo de oxigênio, o limiar ventilatório foi verificado individualmente, sendo que, os parâmetros ventilatórios foram medidos sobre o intervalo de 15 segundos, devido este procedimento ser melhor na detecção do limiar ventilatório comparado com a análise respiração-a-respiração (WASHINGTON, 1989). O limiar ventilatório foi manualmente identificado como o ponto em que a plotagem consumo de oxigênio (VO_2) versus ventilação minuto (VE) desvia da normalidade (MCLELLAN et al., 1982). A análise do limiar ventilatório foi determinado posteriormente por meio da combinação de três distintos métodos de detecção: (a) método do equivalente ventilatório (DAVIS et al., 1980; CAIOZZO et al., 1982; POWERS et al., 1984); (b) método do excesso de dióxido de carbono (ExCO_2) (VOLKOV et al., 1975); e (c) método da inclinação em V (do inglês *V-Slope*) (DAVIS, 1985; BEAVER et al., 1986). A utilização combinada desses três métodos de detecção do limiar ventilatório justifica-se prioritariamente pelo decréscimo substancial no número de testes indeterminados e pela redução na taxa de erro de detecção (WASSERMAN et al., 1987). O processo de identificação do limiar ventilatório foi conduzido por dois avaliadores

previamente treinados, de modo independente e aleatório. Na presença de diferenças superiores a 3% (em mL.min⁻¹) entre os valores detectados pelos dois avaliadores, um terceiro avaliador era responsável pela identificação final do limiar ventilatório (GASKILL, et al., 2001).

A percepção subjetiva de esforço foi determinada por meio da escala de percepção OMNI, recomendada para crianças e utilizada em conformidade aos pressupostos da literatura (UTTER et al., 2002), ou seja, antes da aplicação da escala, foram exemplificados os procedimentos de ancoragem e indicação do esforço percebido (ROBERTSON et al., 2000). Esse instrumento é composto basicamente de uma escala do tipo Likert de 10 pontos, com âncoras variando de 0 (“nenhum esforço”) até 10 (“esforço máximo”). (ANEXO 6)

A FC (em bp.min⁻¹) foi mensurada continuamente durante a realização do teste, por meio da utilização de cardiofrequencímetro (marca Polar®, modelo S625X, Kempele, Finlândia). Esse equipamento de mensuração da FC, recomendado freqüentemente para o monitoramento da intensidade do exercício físico (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003), é constituído basicamente por sistema portátil de recepção-transmissão wireless, com que o transmissor constitui-se de fita elástica com eletrodos ajustada ao tórax e o receptor de uma unidade de relógio de pulso.

3.3.6 Exames Laboratoriais

As variáveis sanguíneas foram coletadas no período da manhã, após 12 horas de jejum, para a análise de proteína c-reativa ultra-sensível (CRP), colesterol total (CT), lipoproteínas de alta densidade (HDL-C), lipoproteínas de

baixa densidade (LDL-C), triglicérides (TG), dosagens de glicemia e insulina. Após 120 minutos da ingestão de solução contendo 1,75 gramas de glicose/kg (até no máximo 75 gramas), foram coletadas amostras sanguíneas para dosagens de glicemia e insulinemia.

Os valores de CT, TG, HDL-C e CRP foram determinados, por intermédio de teste colorimétrico enzimático (Laboratório Merck, Darmstadt, Alemanha; Laboratório Roche, Indianápolis, IN, EUA). A equação de Friedewald et al. (1972), foi utilizada para determinar o LDL-C, sendo que: $LDL-C = CT - (HDL-C + TG/5)$.

As concentrações de glicemia foram verificadas com o método enzimático (Glicose Oxidase – Labtest). A insulina foi dosada pela técnica de quimiluminescência por imunoensaio imunométrico em $\mu\text{u/ml}$, em equipamento automatizado. Para o cálculo da resistência a insulina foi utilizada a *Homeostasis Model Assessment* (HOMA-IR) descrito por Matthews et al. (1985). Para avaliação da sensibilidade a insulina foi utilizada o *Quantitative Insulin Sensivity Check Index* (QUICKI) descrito por Katz et al., (2000).

3.3.7 Teste de Broncoprovocação

3.3.7.1 Critérios para realização dos testes

Os indivíduos foram previamente orientados a: não ingerir bebidas (café, chá ou refrigerante com cafeína) duas horas antes da avaliação, a suspender o uso de broncodilatadores de ação curta e longa 12 horas antes e os anti-histamínicos de ação curta e longa, respectivamente, 48 horas e 5 dias antes da avaliação. Os adolescentes não poderiam apresentar sintomas de infecção

viral de vias aéreas superiores nas últimas quatro semanas e não estar em crise de asma. Na seleção inicial, foi aplicado o questionário *International Study of Asthma and Allergies in Childhood* (ISAAC – ANEXO 7)

3.3.7.2 Função pulmonar pré-teste

A função pulmonar foi mensurada por espirômetro (marca *Koko-nSpire Health*), previamente calibrado. O adolescentes deveria estar em posição sentada e com o uso de clipe nasal. As variáveis pulmonares mensuradas foram a Capacidade Vital Forçada (CVF), o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), Ventilação Pico de Fluxo Respiratório (PFR), Índice de Tiffeneau (VEF_1/CVF) e Fluxo Expiratório Forçado entre 25% a 75% ($FEF_{25\%-75\%}$). Foram realizadas três manobras espirométricas e selecionada aquela com os maiores valores do VEF_1 e CVF. Em seguida, foram calculados os percentuais dos valores preditos do VEF_1 e CVF para a idade e sexo, conforme Polgar e Promodhat (1971) (ANEXO 8) e a relação VEF_1/CVF .

Antes dos testes, foi realizada uma sessão de familiarização dos adolescentes com o equipamento. Nessa sessão foram explicadas as técnicas de manobras necessárias para o teste de função pulmonar, com a realização de pelo menos uma espirometria antes da basal, visando obter resultados reprodutivos e seguir as diretrizes e normas para execução de testes de função pulmonar (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2002b) e não apresentando VEF_1 menor que 75% no dia do teste.

3.3.7.3 Teste de Broncoprovocação com Exercício Físico

O teste de broncoprovocação por exercício físico foi realizado em esteira ergométrica (marca Inbramed) baseado nos indicativos do protocolo proposto pela *American Thoracic Society* (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2002b) que consiste em uma caminhada ou corrida executada durante 8 minutos, numa intensidade superior a 85% da frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$), obtida em teste de aptidão cardiorrespiratória realizado anteriormente.

Para atingir a intensidade prevista a velocidade e a inclinação da esteira foram ajustadas pelo pesquisador. A inclinação ficou determinada em 10% e a velocidade estimada pela equação descrita no estudo de Sano et al. (1988):

$$\text{Velocidade (km/h)} = (1,16 + 0,02 \times (\text{Estatura (cm)})) \times 1,61$$

A frequência cardíaca foi monitorada por cardiofrequencímetro (marca Polar®, modelo S625X, Kempele, Finlândia). Os testes foram realizados no período da tarde e o ambiente de execução foi controlado por um barômetro digital em 20 a 25°C de temperatura e a umidade do ar abaixo de 50%.

3.3.7.2 Função pulmonar pós-teste

A função pulmonar foi mensurada por um espirômetro conforme as condições pré-teste, sendo que, as variáveis pulmonares medidas foram a CVF, o VEF_1 , PFR, VEF_1/CVF e $FEF_{25\%-75\%}$. Foram realizadas as três

manobras espirométricas e selecionando aquela com os maiores valores do VEF₁ e CVF.

O volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) foi mensurado, em litros, nos 3, 5, 10, 15 e 30 minutos após o exercício físico. O broncoespasmo induzido pelo exercício (BIE) foi considerado positivo para uma redução do % da Queda do VEF₁ igual ou superior a 10% ao valor pré-exercício conforme evidências da literatura (ULGER et al., 2006; FUENTES et al., 2011). Além disso, foram calculados os valores da Área Acima da Curva (AAC₀₋₃₀) por intermédio do modelo trapezoidal proposto por Price (2001), com o intuito de verificar a intensidade do BIE durante todo o intervalo de tempo de recuperação no período pós-teste.

3.3.8 Programa de Intervenção

O programa de exercício físico consistiu em 100 minutos de atividades físicas, sendo divididos em 90 minutos de atividades aeróbias (90 minutos de natação e/ou 45 minutos de ginástica de academia + 45 minutos de ciclismo *indoor* e/ou 45 minutos de caminhada terrestre + 45 minutos de ciclismo *indoor*), com cinco minutos de aquecimento e cinco minutos de alongamento/volta a calma para todas as modalidades. As atividades foram realizadas três vezes por semana, totalizando 36 sessões de exercícios físicos programados durante 12 semanas. A faixa de treinamento individualizada para as atividades foram calculadas a partir da FC_{máx} e o VO_{2max} obtidos nos testes ergométricos. As atividades foram prescritas conforme as recomendações do *American College of Sports Medicine* (2009), baseando-se em parâmetros para adolescentes obesos e com distúrbios pulmonares. Nesse sentido, as

atividades foram iniciadas na intensidade entre 35 a 55% da FC de reserva, aumentando-se para 45 a 65%, na 5ª a 8ª semana, e atingindo-se entre 55 e 75% da FCR na 9ª a 12ª semana (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

3.3.9 Procedimentos de Segurança

O presente estudo foi conduzido mediante série de procedimentos de segurança que preconizam minimizar riscos aos pacientes. Inicialmente, uma criteriosa avaliação pré-participação foi conduzida pelo avaliador responsável do estudo, em que os indivíduos sintomáticos e/ou com indicativos de fatores de risco para doenças cardiovasculares, músculo-esqueléticas ou metabólicas foram imediatamente excluídos do estudo.

Durante a realização dos testes incrementais máximos e avaliações, foram verificadas a presença constante de avaliadores com habilidade específica em situações emergenciais. Além disso, dentro do ambiente laboratorial ainda estavam presentes outros profissionais especialistas na área de coletas sanguíneas e do exercício, acostumados com a condução de seus procedimentos avaliativos. O teste incremental máximo foi conduzido em esteira ergométrica com proteção lateral, garantindo assim maior segurança durante a sua realização (LEAR et al., 1999). A interrupção do teste incremental máximo pelo avaliador responsável poderia ocorrer devido ao surgimento de qualquer um dos seguintes fatores: (a) início de angina ou de sintomas anginosos; (b) suspeita da presença de arritmias cardíacas; (c) ausência de um aumento na FC com maior intensidade do exercício físico; (d) sinais de perfusão precária, incluindo palidez, cianose, pele fria e úmida; (e)

sinais de problemas pertinentes ao sistema nervoso central, incluindo tontura, náuseas e confusão; (f) manifestações físicas de extrema fadiga; (GIBBONS et al., 1997, 2002; LEAR et al., 1999).

3.4 TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Primeiramente, para tratamento dos dados foi empregada a estatística descritiva, com medidas de tendência central e variabilidade (média, desvio-padrão e percentuais), para a caracterização dos participantes do estudo. Para a verificação da normalidade do conjunto de dados foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Caso fosse necessário, uma transformação de dados para a função logarítmica natural (LogN) foi efetuada para as variáveis que não apresentaram normalidade. Em seguida, empregou-se a análise de variância (ANOVA) *one-way* para comparação das características iniciais entre os três grupos, sendo que, para localizar as diferenças entre os grupos foi aplicado o *post hoc* de *Games-Howell*. Para as variáveis com características não-paramétricas, que não apresentavam possibilidade de normalização, foi executado o teste comparativo de *Kruskal-Wallis*, seguido da comparação aos pares pelo teste de *Mann-Whitney* e a correção de *Bonferroni* para verificar as diferenças entre os grupos. O teste de *Levene* foi realizado para verificar a homogeneidade das variâncias (FIELD, 2009).

Para comparar os efeitos da intervenção (pré e pós) recorreu-se ANOVA para Medidas Repetidas 3 x 2 (3 grupos x 2 tempos). Para as variáveis com características não-paramétricas foi utilizada a ANOVA de Friedman 3 x 2. Com o intuito de localizar as diferenças encontradas na ANOVA, foi utilizado o teste de comparações múltiplas de *Games-Howell*. Para a ANOVA de Friedman

foram realizadas as comparações ao pares pelo teste de Wilcoxon, seguida da correção de *Bonferroni* para ajuste dos valores de significância. O teste de *Mauchly* foi realizado para verificar os valores de esfericidade das medidas repetidas, de modo que, quando as premissas de esfericidade foram violadas ($<0,75$) recorreu-se as correções de *Greenhouse-Geisser* para ajuste dos valores (FIELD, 2009).

Para comparação do efeito do exercício sobre o broncoespasmo no grupo BIE (pré e pós) foi aplicado o teste de *Mcnemar*. Na análise da comparação entre os grupos para verificar o comportamento positivo da função pulmonar foi aplicado o teste *Q de Cochran*, com as comparações aos pares pelo teste de *Mcnemar*, seguida da correção de *Bonferroni* para ajuste dos valores significativos conforme o número de comparações (FIELD, 2009).

Finalmente, para análise da relação dos parâmetros mecânicos e inflamatórios com as variáveis de função pulmonar foi aplicado o teste de correlação *Tau de Kendall* (FIELD, 2009). Para análise dos efeitos das variáveis no período pré-intervenção e pós-intervenção foi calculado o Delta Percentual ($\% \Delta$) pela seguinte equação: $\% \Delta = [(\text{valores pós-teste} - \text{valores pré-teste}) / \text{valores pré-teste}] \times 100$. Os dados foram analisados no software estatístico *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 18.0) for *Windows*, com um nível de significância estipulado em $p < 0,05$ para todas as análises.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS INICIAIS

Foram estudados inicialmente 36 adolescentes púberes (25 meninos e 11 meninas), sendo que, foram divididos em três grupos (BIE + Exercício, Exercício e Controle) com 12 participantes em cada grupo. Na fase inicial, a frequência de histórico de asma e alterações respiratórias ocorreu em sete indivíduos (58,3%) no grupo BIE + Exercício, seis sujeitos (50%) asmáticos no grupo Exercício e no grupo Controle havia cinco indivíduos (41,6%) com alterações respiratórias. No grupo controle, seis sujeitos (50%) apresentaram BIE positivo e sem histórico de asma. As características iniciais dos parâmetros antropométricos e pressão arterial são verificadas na Tabela 2. Pode-se constatar que para essas variáveis não houve diferenças entre os grupos.

TABELA 2 – CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

	BIE + Exercício N = 12	Exercício N = 12	Controle N = 12	Valor F	Valor P
Idade (anos)	12,75 \pm 2,09	12,61 \pm 1,37	11,65 \pm 0,97	2,147	0,133
Peso (kg)	78,0 \pm 18,34	71,41 \pm 18,4	66,08 \pm 9,76	1,665	0,205
Estatuta (cm)	160,40 \pm 9,26	158,6 \pm 8,88	158,01 \pm 7,70	0,247	0,782
IMC (kg/m ²)	30,07 \pm 4,65	28,06 \pm 5,03	26,66 \pm 3,99	1,673	0,203
IMC – Z	2,95 \pm 0,87	2,49 \pm 0,95	2,43 \pm 0,92	1,168	0,323
CA (cm)	97,75 \pm 13,24	95,25 \pm 13,96	91,8 \pm 7,69	0,746	0,482
PAS (mm/Hg)	117,1 \pm 16,6	108,66 \pm 12,62	115,8 \pm 5,42	1,613	0,215
PAD (mm/Hg)	74,0 \pm 11,2	71,33 \pm 7,54	74,6 \pm 6,67	0,491	0,616
MG (kg)	29,35 \pm 11,30	27,86 \pm 10,89	21,49 \pm 7,3	2,094	0,139
MLG (kg)	48,77 \pm 9,40	43,61 \pm 9,07	44,73 \pm 3,94	1,364	0,270
% Gordura	37,1 [21,6-47,5]	37,5 [39,0-44,9]	33,1 [20,8-41,2]	2,482	0,099
% MLG	62,9 [52,4-78,4]	62,3 [51,3-74,8]	67,0 [58,7-79,1]	2,467	0,100

^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício;
^cDiferença significativa do grupo Controle;

Os grupos foram semelhantes quanto às variáveis lipídicas, glicêmicas, insulinêmicas e inflamatórias (TABELA 3).

TABELA 3 – CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS LIPÍDICAS, GLICÊMICAS, INSULINÊMICAS E INFLAMATÓRIAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO

	BIE + Exercício N = 12	Exercício N = 12	Controle N = 12	Valor F	Valor P
CT	164,08 \pm 23,58	151,25 \pm 41,93	158,66 \pm 34,54	0,426	0,657
HDL-c	46,56 \pm 13,09	45,09 \pm 9,35	38,75 \pm 6,39	2,071	0,142
LDL-c	95,20 \pm 18,65	84,12 \pm 30,79	97,56 \pm 29,71	0,851	0,436
TG	111,75 \pm 61,98	110,0 \pm 79,44	111,75 \pm 57,6	0,003	0,997
Glic Rep.	85,50 \pm 10,76	84,25 \pm 9,01	78,08 \pm 6,97	2,309	0,115
Glic120	96,41 \pm 14,07	89,33 \pm 14,25	96,08 \pm 14,08	0,959	0,394
Ins Rep.	10,47 \pm 11,72	10,53 \pm 5,31	8,56 \pm 4,40	0,244	0,785
Ins120	36,22 \pm 32,81	26,14 \pm 17,04	16,88 \pm 6,36	2,393	0,107
HOMA-IR	2,39 \pm 3,08	2,42 \pm 1,15	1,59 \pm 0,60	0,707	0,500
QUICKI	0,3646 \pm 0,04	0,3356 \pm 0,02	0,3544 \pm 0,02	2,485	0,099
PCR	2,52 \pm 1,32	2,12 \pm 1,31	1,95 \pm 1,78	0,461	0,635

^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício;
^cDiferença significativa do grupo Controle;

Nas comparações iniciais entre os grupos (TABELA 4) foram identificadas baixos valores de TMrep no grupo BIE + Exercício quando comparado ao grupo Controle (p=0,025). A média da FCrep do grupo Controle foi menor do que o do BIE + Exercício (p=0,010) e Exercício (p=0,011). As demais variáveis cardiorrespiratórias não apresentaram diferenças na fase inicial entre os grupos.

TABELA 4 – CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA BASAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

	BIE + Exercício N = 12	Exercício N = 12	Controle N = 12	Valor F	Valor P
TMrep (kcal)	1267, \pm 281,4 ^c	1406,8 \pm 166,7	1457,0 \pm 141,1 ^a	4,916	0,014
FCRep. (bpm)	83,58 \pm 15,24 ^c	79,25 \pm 9,56 ^c	67,16 \pm 8,63 ^{a,b}	6,884	0,003
FCMáx. (bpm)	191,25 \pm 12,70	195,16 \pm 10,65	182,58 \pm 15,55	2,888	0,070
Vo2 (L/min)	2,20 \pm 0,46	2,13 \pm 0,49	2,21 \pm 0,51	0,069	0,934
Vo2 (ml/kg/min)	28,68 \pm 6,01	30,77 \pm 7,72	33,02 \pm 9,02	1,021	0,371
OMNI Máx.	8 [6-10]	8 [5-9]	8 [6-10]	0,152	0,927

^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício;

^cDiferença significativa do grupo Controle;

Na TABELA 5 são verificadas as comparações dos valores espirométricos iniciais entre os grupos. O VEF₁ (% Predito) foi menor no grupo BIE + Exercício em comparação ao grupo Exercício (p=0,046). A variável % VEF₁/CVF apresentou menor índice no grupo BIE + Exercício em relação ao Exercício (p=0,001). O PFE (% Predito) foi significativamente maior para o grupo Exercício em comparação ao BIE + Exercício (p=0,045) e Controle (p=0,018). Para a variável FEF_{25-75%} verificaram-se maiores valores para o grupo Exercício em relação ao BIE + Exercício (p=0,030) e Controle (p=0,035). Da mesma forma, os valores de FEF_{25-75%} (% Predito) apresentaram comportamento similar com maiores índices para o grupo Exercício comparado ao BIE + Exercício (p<0,001) e Controle (p=0,040). Os valores do % Queda VEF₁ apresentaram menores valores para o grupo BIE + Exercício, quando analisados na comparações BIE + Exercício x Exercício (p<0,001) e BIE + Exercício x Controle (p=0,017). No que se refere aos valores da AAC₀₋₃₀ VEF₁ verificou-se maiores valores no grupo BIE + Exercício em relação ao Exercício (p<0,001).

TABELA 5 – CARACTERÍSTICAS INICIAIS DAS VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

	BIE + Exercício N = 12	Exercício N = 12	Controle N = 12	Valor F	Valor p
VEF ₁ (L)	2,87 \pm 0,55	3,03 \pm 0,68	2,78 \pm 0,44	0,601	0,554
VEF ₁ (%Pred)	90,0 [82,9-105,9] ^b	100,3 [84,5-120] ^a	93,25 [84,4-100,9]	3,698	0,036
CVF (L/s)	3,52 \pm 0,69	3,42 \pm 0,90	3,01 \pm 0,39	0,276	0,761
CVF (%Pred)	105,0 [93-116]	104,9 [90,4-147]	105,5 [91-117]	0,662	0,522
%VEF ₁ /CVF	82,7 [72-92] ^b	91,5 [85-98] ^a	87,0 [74-101]	7,258	0,002
PFE (L/s)	5,19 \pm 1,29	5,75 \pm 1,31	4,53 \pm 1,10	2,944	0,067
PFE (%Pred)	73,5 [53-95] ^b	86,5 [73-101] ^{a,c}	69,0 [38-92] ^b	5,465	0,009
FEF _{25-75%} (L/s)	2,92 \pm 0,74 ^b	3,74 \pm 0,70 ^{a,c}	2,98 \pm 0,67 ^b	4,931	0,013
FEF _{25-75%} (%Pred)	76,0 [66-99] ^b	107,0 [75-137] ^{a,c}	90,0 [57-116] ^b	8,342	0,001
% Queda VEF ₁	-18,47 ^{b,c}	-6,43 ^a	-8,74 ^a	16,38	<0,001
AAC ₀₋₃₀ VEF ₁	-422,52 ^b	-134,63 ^a	-164,28	11,77	0,003

^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício;

^cDiferença significativa do grupo Controle;

4.2 RESULTADOS APÓS INTERVENÇÃO DE 12 SEMANAS

Completaram o processo de intervenção 31 adolescentes púberes (22 meninos e 9 meninas). Desses pacientes a frequência de histórico de asma e alterações respiratórias ocorreu em sete indivíduos (58,3%) no grupo BIE + Exercício, o grupo Exercício apresentou seis sujeitos (60%) asmáticos no grupo Controle havia dois indivíduos com rinite (22,2%) e quatro sujeitos (44,4%) com BIE positivo sem histórico de asma, cujas características antropométricas e pressão arterial das avaliações iniciais e finais são apresentadas na Tabela 6, conforme a presença de BIE e prática do treinamento aeróbio. No que se refere aos efeitos da intervenção e a avaliação dos pacientes, verificou-se que não foram encontrados efeitos significativos do período de intervenção para as

médias nas variáveis massa corporal ($p=0,453$), IMC ($p=0,483$), IMC-Z ($p=0,421$), circunferência abdominal ($p=0,259$), PAS ($p=0,218$), PAD ($p=0,656$) e MLG ($p=0,295$). Em contrapartida, os efeitos significativos de interação foram detectados para as variáveis estatura ($p<0,001$), MG ($p=0,034$), % MG ($p=0,033$) e % MLG ($p=0,033$).

Na FIGURA 8 foram identificadas variações ($\% \Delta$) significativas para a estatura. Essa variável apresentou aumento nos grupos BIE+Exercício ($p<0,001$; $\% \Delta=+0,72$), Exercício ($p=0,004$; $\% \Delta=+0,64$) e Controle ($p=0,018$; $\% \Delta=+0,62$). Para as comparações intergrupo verificaram-se diferenças apenas para a circunferência abdominal, entre as comparações Exercício x Controle ($p=0,038$), com o grupo Exercício demonstrando redução de 3,36%.

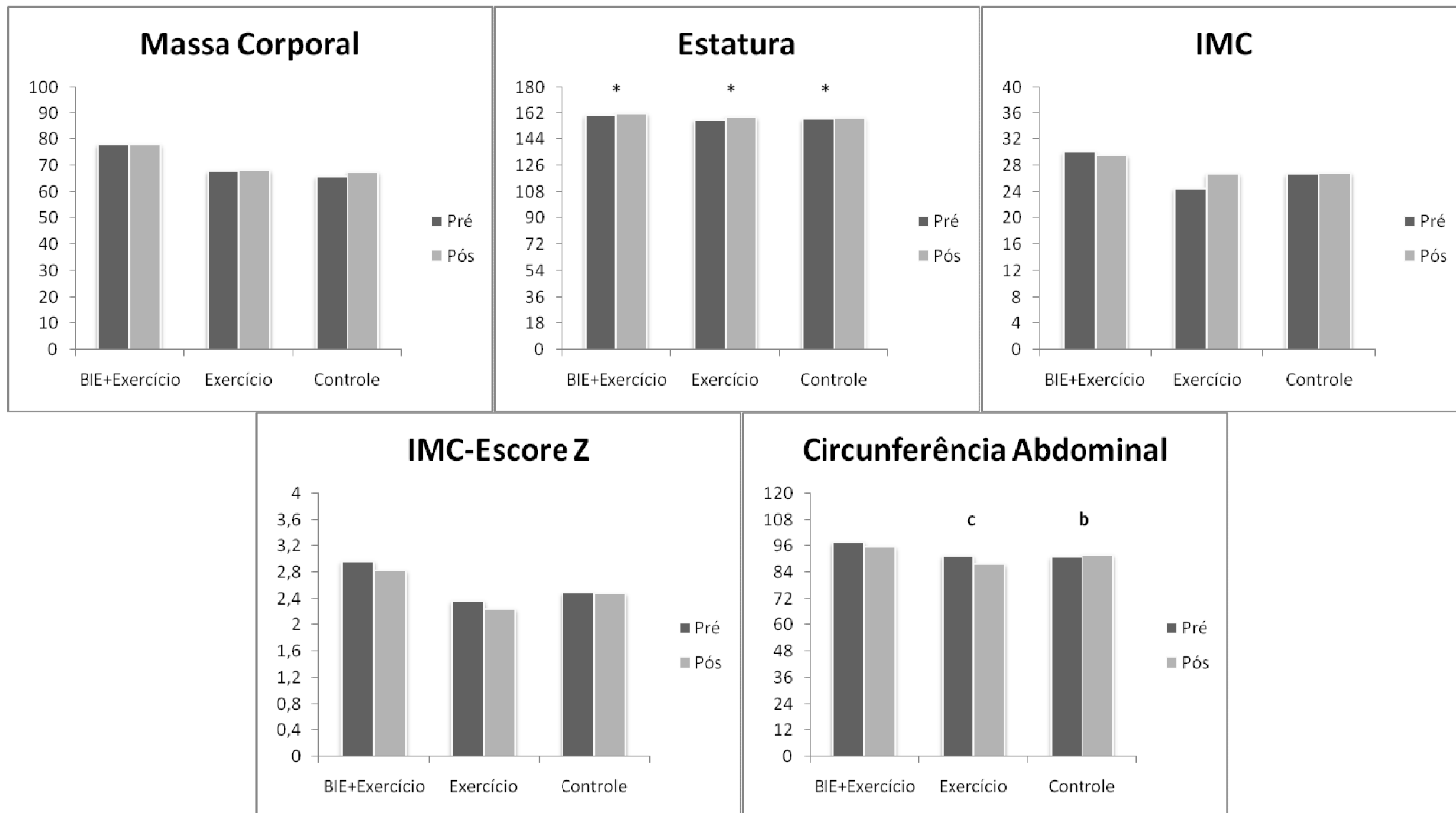
Na FIGURA 9 foram detectadas diminuições da MG nos grupos BIE+Exercício ($p=0,002$; $\% \Delta=-11,80$) e Exercício ($p=0,016$; $\% \Delta=-16,66$). O % MG reduziu nos grupos BIE+Exercício ($p=0,001$; $\% \Delta=-11,00$) e Exercício ($p=0,004$; $\% \Delta=-17,70$). A MLG indicou aumento nos grupos BIE+Exercício ($p=0,016$; $\% \Delta=+6,12$) e Exercício ($p=0,007$; $\% \Delta=+10,36$). O % MLG elevou-se nos grupos BIE+Exercício ($p=0,002$; $\% \Delta=+6,92$) e Exercício ($p=0,003$; $\% \Delta=+6,83$). O grupo controle não apresentou variações significativas nestas variáveis, após 12 semanas.

Nas comparações intergrupos (FIGURA 9), verificou-se que a MG reduziu nas comparações entre BIE+Exercício x Controle ($p=0,012$; $\% \Delta=-11,80\%$) e Exercício x Controle ($p=0,032$; $\% \Delta=-16,66\%$). O % MG apresentou diminuição nas análises entre BIE+Exercício x Controle ($p=0,027$; $\% \Delta=-11\%$) e Exercício x Controle ($p=0,027$; $\% \Delta=-17,7$). Para o % MLG foram verificados aumentos dos índices nas comparações entre BIE+Exercício x Controle ($p=0,026$; $\% \Delta=+6,92\%$) e Exercício x Controle ($p=0,023$; $\% \Delta=+6,83$).

TABELA 6 – CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

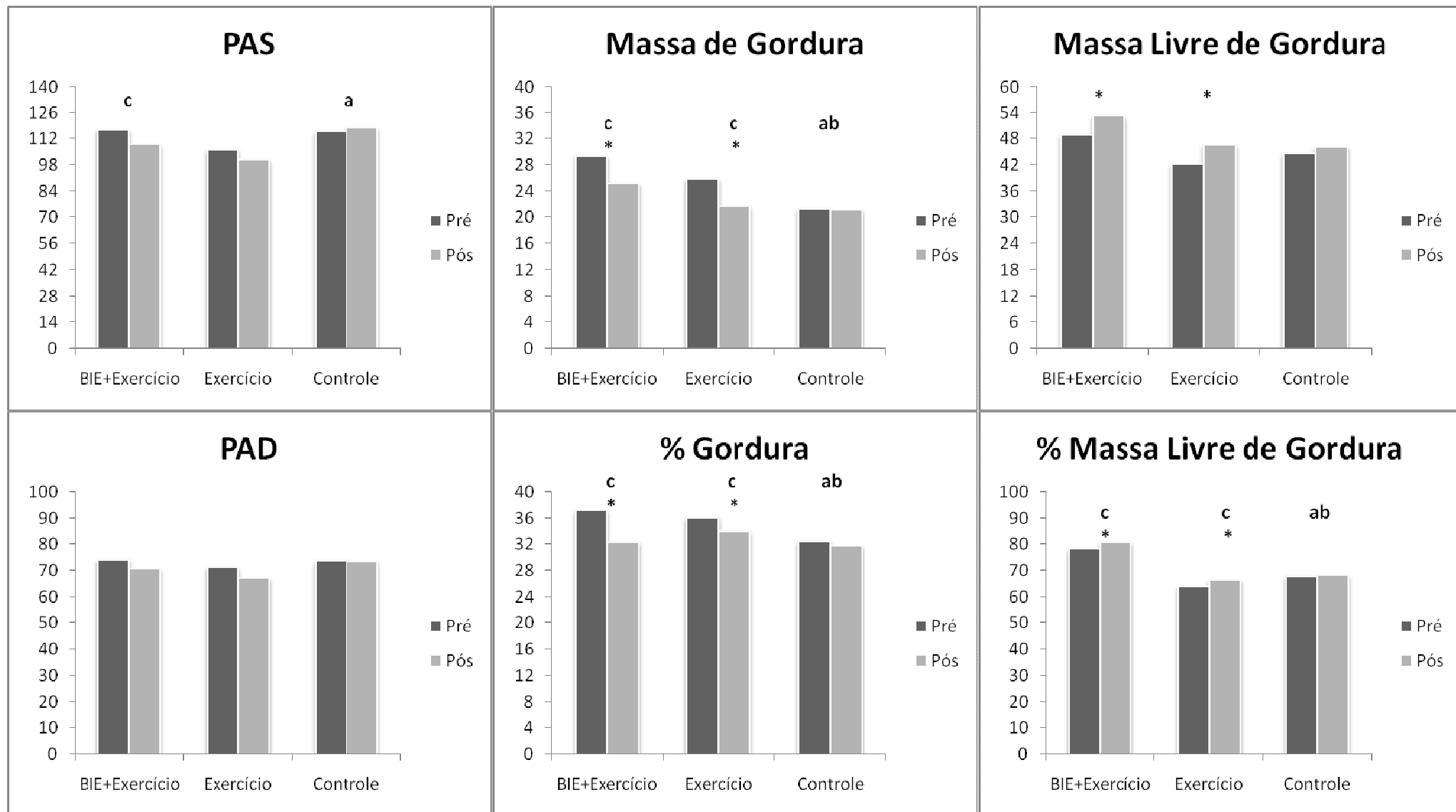
	BIE + Exercício			Exercício			Controle			Grupo x Tempo	
	N = 12			N = 10			N = 9			F	p
	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ		
Peso (kg)	78,00 \pm 18,34	77,90 \pm 18,09	-0,84	68,00 \pm 16,15	68,15 \pm 15,28	+0,63	65,92 \pm 11,09	67,42 \pm 11,56	+1,83	0,816	0,453
Estatura [†]	160,40 \pm 9,26	161,43 \pm 9,37	+0,72	157,43 \pm 9,33	158,90 \pm 9,32	+0,64	157,57 \pm 8,46	158,74 \pm 8,72	+0,62	40,929	<0,001
IMC (kg/m ²)	30,07 \pm 4,65	29,49 \pm 4,65	-2,08	27,14 \pm 3,93	26,77 \pm 3,78	+0,61	26,68 \pm 4,53	26,88 \pm 4,80	0	0,506	0,483
IMC – Z	2,95 \pm 0,87	2,82 \pm 0,73	-4,52	2,36 \pm 0,92	2,24 \pm 0,83	-5,93	2,49 \pm 1,04	2,48 \pm 1,08	-0,34	0,892	0,421
CA (cm)	97,75 \pm 13,24	95,55 \pm 12,30	-1,20	91,50 \pm 9,03	87,88 \pm 9,98	-3,36	90,87 \pm 8,62	92,00 \pm 9,92	+0,62	1,420	0,259
PAS ^Δ	117,1 \pm 16,6	109,1 \pm 15,7	-8,06	106,0 \pm 12,0	100,8 \pm 13,6	-4,09	115,7 \pm 5,2	117,7 \pm 8,4	+3,22	1,607	0,218
PAD ^Δ	74,0 \pm 11,2	70,5 \pm 9,2	-5,42	71,2 \pm 8,2	67,2 \pm 7,9	-5,45	73,7 \pm 7,4	73,3 \pm 9,8	+2,43	0,428	0,656
MG (kg) [†]	29,35 \pm 11,30	25,16 \pm 10,15	-11,80	25,90 \pm 9,79	21,78 \pm 7,40	-16,66	21,28 \pm 8,43	21,22 \pm 7,74	+0,48	3,821	0,034
MLG (kg)	48,77 \pm 9,40	53,16 \pm 12,09	+6,12	42,17 \pm 8,50	46,54 \pm 10,91	+10,36	44,65 \pm 4,35	46,20 \pm 5,88	+2,41	1,277	0,295
% Gordura [†]	37,1[21-47]	32,3[19-41]	-11,00	36,0 [25-48]	33,9 [20-40]	-17,70	32,5 [20-41]	31,0 [20-40]	-1,91	3,852	0,033
% MLG [†]	62,93 [52-78]	68,36 [57-80]	+6,92	63,88 [51-74]	66,43 [60-79]	+6,83	67,82 [58-79]	68,24 [59-79]	+0,78	3,848	0,033

[†]Diferença significativa Interação de Grupo x Tempo; ^ΔVariáveis que foram transformadas para LogN.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo Controle;

FIGURA 8 – VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo Controle;

FIGURA 9 – VARIÁVEIS ANTROPOMÉTRICAS E PRESSÃO ARTERIAL NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO

Na TABELA 7 são apresentadas as características lipídicas, glicêmicas, insulinêmicas e inflamatórias das avaliações iniciais e finais, conforme a presença de BIE e prática do treinamento aeróbio. Foram verificados efeitos significativos de interação grupo x tempo apenas para a Proteína C-reativa ($p < 0,001$), além disso, pode-se constatar tendência estatística para a variável HDL-colesterol ($p = 0,055$). Não foram encontrados efeitos significativos do período de intervenção para as médias nas variáveis colesterol total ($p = 0,998$), LDL-colesterol ($p = 0,910$), TG ($p = 0,177$), glicemia de repouso ($p = 0,165$), glicemia após 120 minutos ($p = 0,161$), insulina de repouso ($p = 0,369$), insulina após 120 minutos ($p = 0,446$), HOMA-IR ($p = 0,253$) e QUICKI ($p = 0,425$).

No que se refere às comparações (FIGURA 10) foram identificadas variações ($\% \Delta$) significativas para a PCR, sendo que, a mesma apresentou diminuição apenas no grupo BIE+Exercício ($p = 0,003$; $\% \Delta = -49,80$). Nas análises intergrupos a PCR reduziu nas comparações BIE+Exercício x Controle ($p = 0,001$; $\% \Delta = -49,8\%$) e Exercício x Controle ($p = 0,012$; $\% \Delta = -35,5\%$). O HDL-colesterol apresentou aumento para as análises de BIE+Exercício x Controle ($p = 0,025$; $\% \Delta = +4,53\%$) e Exercício x Controle ($p = 0,044$; $\% \Delta = +9,26\%$). Os valores de triglicérides apresentaram tendência significativa de diminuição para a comparação Exercício x Controle ($p = 0,071$; $\% \Delta = -18,2\%$).

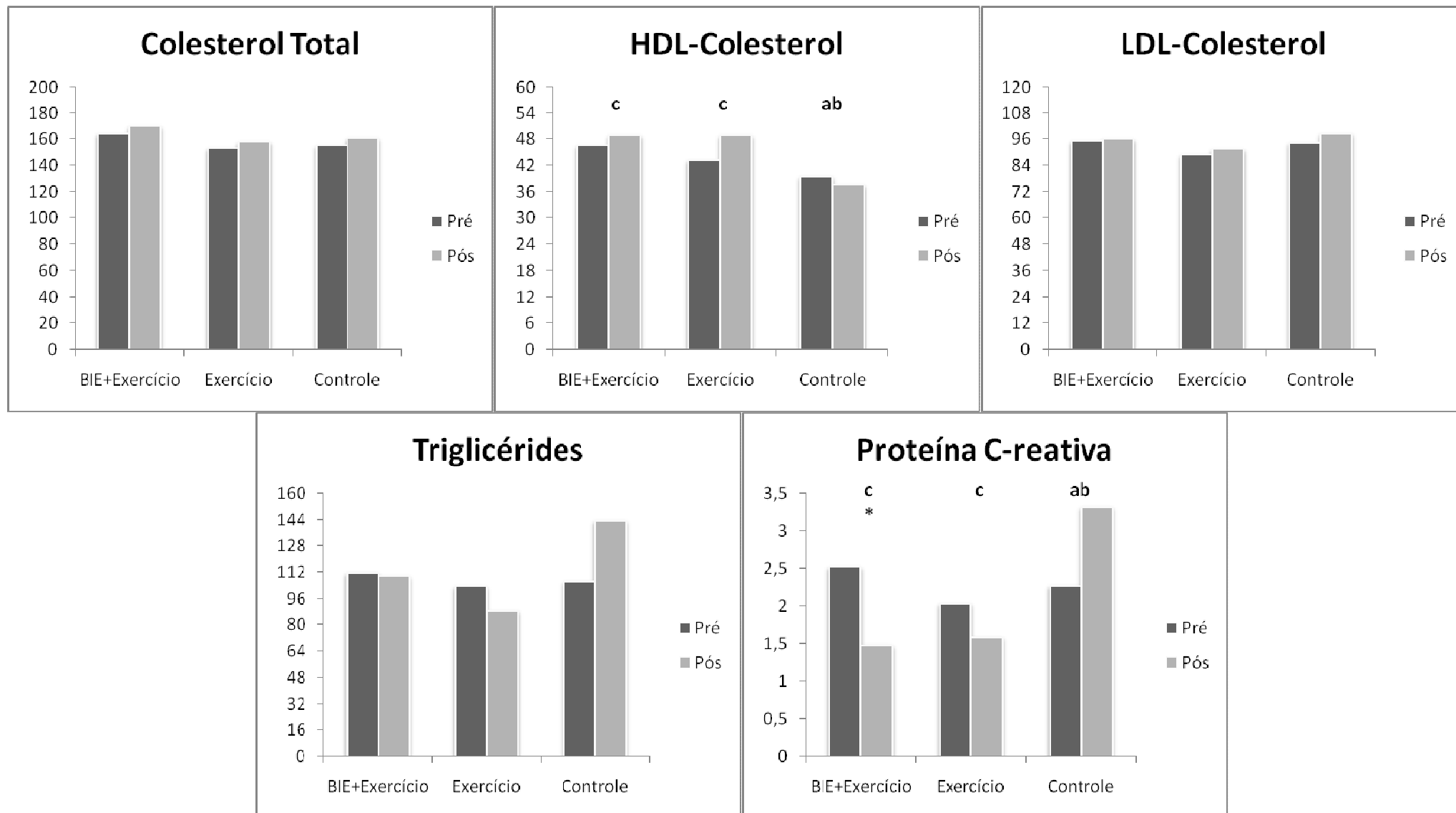
Na FIGURA 11 identificaram-se mudanças de valores para glicemia após 120 minutos, que indicou aumento apenas no grupo controle ($p = 0,022$; $\% \Delta = +8,13$). Além disso, houve tendência significativa de aumento da glicemia de repouso no grupo controle ($p = 0,054$; $\% \Delta = +7,89$). Para as comparações intergrupo não foram detectadas diferenças significativas, entretanto, torna-se importante ressaltar que as variáveis de glicemia de repouso, glicemia após 120 minutos e HOMA-IR apresentaram tendências estatísticas em seus efeitos.

Para a glicemia de repouso houve tendência de redução para as análises BIE+Exercício x Controle ($p=0,087$; $\% \Delta=-3,83\%$) e Exercício x Controle ($p=0,075$; $\% \Delta=-0,66\%$). Do mesmo modo, a glicemia após 120 minutos demonstrou tendência de diminuição para a análise Exercício x Controle ($p=0,054$; $\% \Delta=-3,55\%$). Finalmente, tendência de redução foi identificada para os valores de HOMA-IR na análise BIE+Exercício x Controle ($p=0,071$; $\% \Delta=-20,15\%$).

TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS APÓS 12 SEMANAS DAS VARIÁVEIS LIPÍDICAS, GLICÊMICAS, INSULINÊMICAS E INFLAMATÓRIAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO

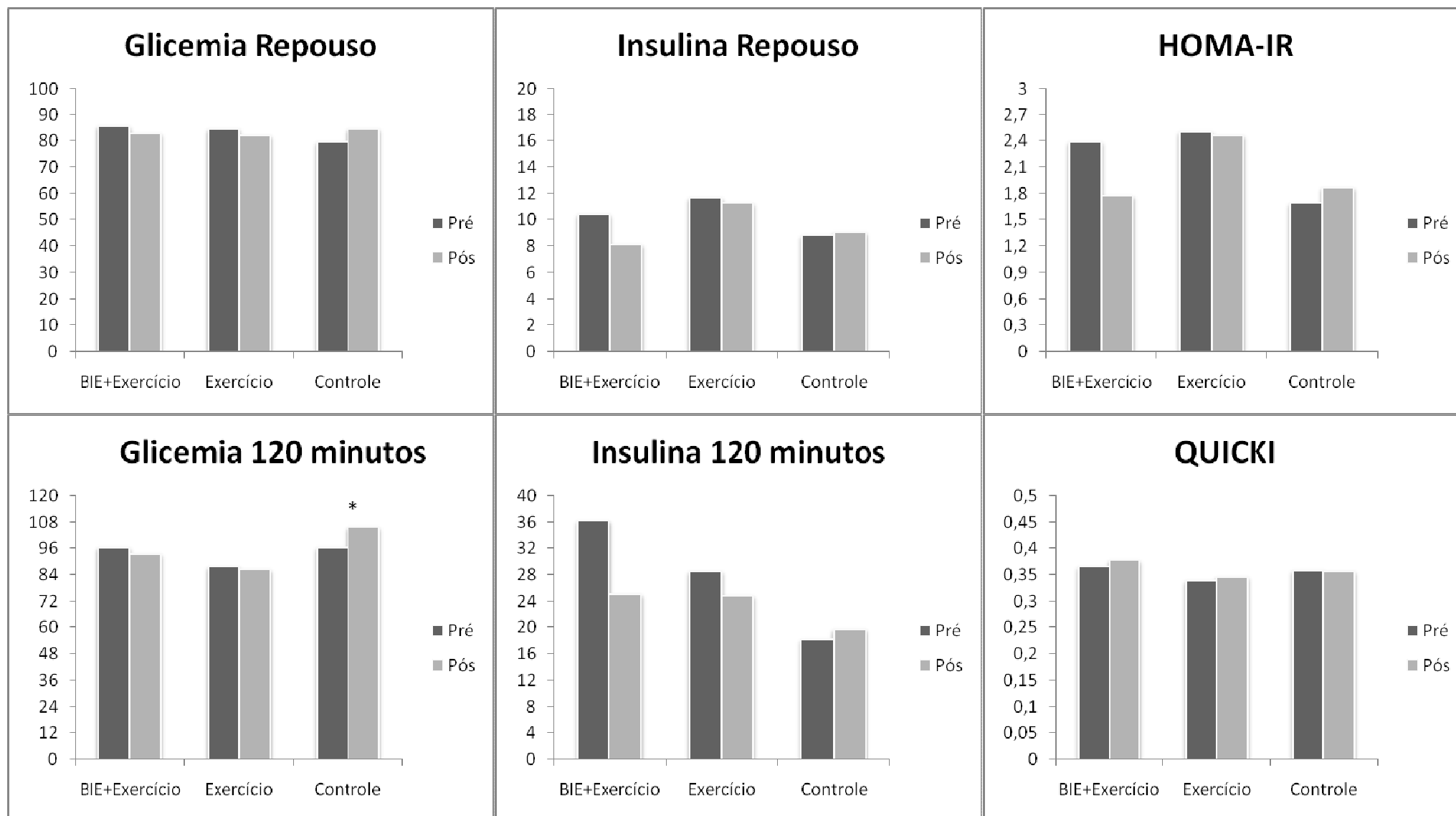
	BIE + Exercício			Exercício			Controle			Grupo x Tempo	
	N = 12			N = 10			N = 9			F	p
	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ		
CT	164,08 \pm 23,58	169,50 \pm 30,40	-1,56	152,90 \pm 46,12	158,20 \pm 32,27	+1,83	155,22 \pm 37,98	161,11 \pm 34,86	-2,15	0,002	0,998
HDL-c ^Δ	46,56 \pm 13,09	48,83 \pm 15,03	+4,53	43,21 \pm 9,10	48,90 \pm 14,57	+9,26	39,48 \pm 5,31	37,56 \pm 5,58	-7,04	3,212	0,055
LDL-c ^Δ	95,20 \pm 18,65	95,85 \pm 21,14	-6,49	88,95 \pm 31,40	91,46 \pm 27,49	+1,24	94,40 \pm 31,99	98,57 \pm 18,70	+2,10	0,095	0,910
TG ^Δ	111,75 \pm 61,98	109,83 \pm 74,72	-13,57	103,50 \pm 84,92	88,80 \pm 70,22	-18,25	106,66 \pm 66,43	143,55 \pm 111,46	+11,94	1,841	0,177
GlicRep	85,50 \pm 10,76	82,83 \pm 9,75	-3,83	84,60 \pm 9,27	82,00 \pm 13,29	-0,66	79,55 \pm 7,10	84,55 \pm 6,52	+7,89	1,926	0,165
Glic120 ^Δ	96,41 \pm 14,07	93,66 \pm 14,31	-3,04	87,50 \pm 14,35	86,30 \pm 13,90	-3,55	96,66 \pm 14,80	105,77 \pm 14,41	+8,13	1,954	0,161
InsRep ^Δ	10,47 \pm 11,72	8,13 \pm 8,98	-21,44	11,72 \pm 4,99	11,31 \pm 6,43	-14,26	8,84 \pm 4,05	9,02 \pm 5,06	-2,89	1,034	0,369
Ins120 ^Δ	36,22 \pm 32,81	25,08 \pm 14,66	-16,01	28,56 \pm 17,73	24,87 \pm 12,33	-14,92	18,22 \pm 6,89	19,76 \pm 6,04	+10,98	0,832	0,446
HOMA-IR	2,39 \pm 3,08	1,77 \pm 2,27	-20,15	2,50 \pm 1,25	2,46 \pm 1,81	-20,01	1,69 \pm 0,66	1,87 \pm 1,04	+6,50	1,446	0,253
QUICKI	0,3646 \pm 0,04	0,3780 \pm 0,04	+3,18	0,3392 \pm 0,02	0,3463 \pm 0,03	+3,25	0,3582 \pm 0,02	0,3569 \pm 0,03	-1,01	0,883	0,425
PCR ^{†Δ}	2,52 \pm 1,32	1,48 \pm 1,06	-49,80	2,03 \pm 0,99	1,59 \pm 0,86	-35,51	2,27 \pm 1,93	3,32 \pm 1,04	+52,17	10,131	<0,001

[†]Diferença significativa Interação de Grupo x Tempo; ^ΔVariáveis que foram transformadas para LogN.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo controle;

FIGURA 10 – VARIÁVEIS LIPÍDICAS E INFLAMATÓRIAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo Controle;

FIGURA 11 – VARIÁVEIS GLICÊMICAS E INSULINÊMICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.

O comportamento das variáveis cardiorrespiratórias e taxa metabólica de repouso das avaliações iniciais e finais são apresentadas na TABELA 8. Detectaram-se efeitos significativos de interação grupo x tempo para a TM_{rep} ($p=0,018$), VO_2 (L/min) ($p=0,001$), VO_2 (ml/kg/min) ($p=0,003$) e percepção subjetiva de esforço OMNI ($p<0,001$). Não foram encontrados efeitos significativos do período de intervenção para as médias nas variáveis FC_{rep} ($p=0,284$) e $FC_{máx}$ ($p=0,292$).

Na comparação dos valores (FIGURA 12), identificou-se aumento da TMB_{rep} para o grupo Exercício ($p=0,004$; $\% \Delta=+6,09$), entretanto para o grupo BIE+Exercício houve tendência de aumento ($p=0,092$; $\% \Delta=+4,23$). Na FC_{rep} houve redução o grupo BIE+Exercício ($p=0,007$; $\% \Delta=-8,39$) e tendência de redução o grupo Exercício ($p=0,060$; $\% \Delta=-4,19$). O VO_2 (L/min) demonstrou aumento para os grupos BIE+Exercício ($p<0,001$; $\% \Delta=+29,01$) e Exercício ($p=0,013$; $\% \Delta=+14,97$). Para o VO_2 (ml/kg/min) verificaram-se aumentos para os grupos BIE+Exercício Exercício ($p<0,001$; $\% \Delta=+35,23$) e Exercício ($p=0,035$; $\% \Delta=+15,54$). A percepção subjetiva de esforço OMNI revelou aumento para o grupo BIE+Exercício ($p=0,040$; $\% \Delta=+6,25$) e tendência de aumento o grupo Exercício ($p=0,071$; $\% \Delta=+5,55$).

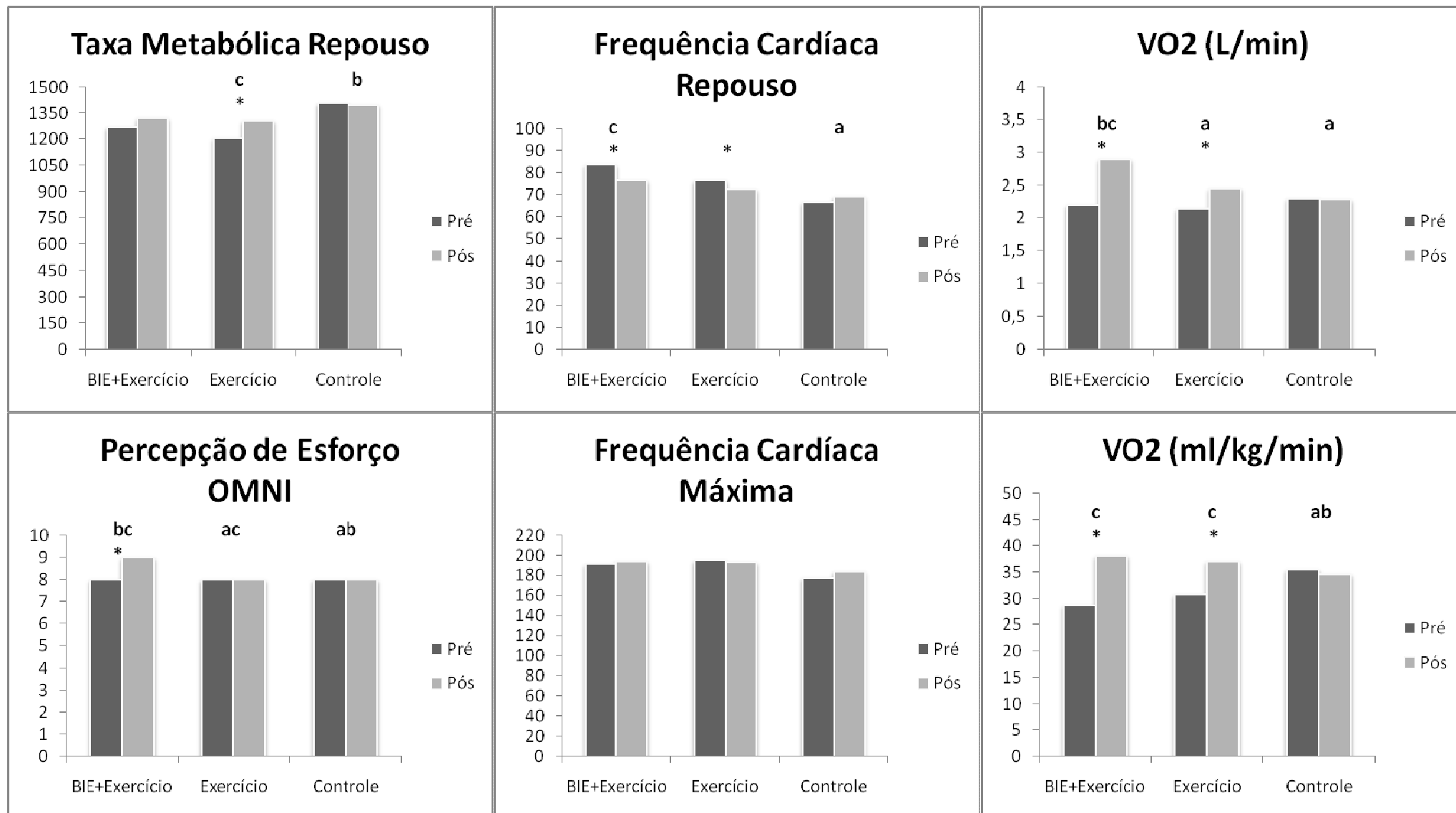
As diferenças apresentadas na FIGURA 12, indicam que a TMB_{rep} aumentou na comparação Exercício x Controle ($p=0,024$; $\% \Delta=+6,09\%$). Para a FC_{rep} houve diminuição na comparação BIE+Exercício x Controle ($p=0,010$; $\% \Delta=-8,39\%$). Ressalta-se ainda que, ocorreu tendência de redução para a análise Exercício x Controle ($p=0,051$; $\% \Delta=-4,19\%$). No VO_2 (L/min) houve aumentos dos índices nas análises de BIE+Exercício x Exercício ($p=0,042$) e BIE+Exercício x Controle ($p=0,001$; $\% \Delta=+29,01\%$), além disso, houve tendência de aumento para a comparação Exercício x Controle ($p=0,059$;

$\% \Delta = +14,97\%$). Do mesmo modo, o VO_2 (ml/kg/min) demonstrou aumento nas análises de BIE+Exercício x Controle ($p < 0,001$; $\% \Delta = +35,23\%$) e Exercício x Controle ($p = 0,033$; $\% \Delta = +15,54\%$). A percepção subjetiva OMNI demonstrou elevação dos índices para as análises BIE+Exercício x Exercício ($p < 0,001$), BIE+Exercício x Controle ($p < 0,001$; $\% \Delta = +6,25\%$) e Exercício x Controle ($p < 0,001$; $\% \Delta = +5,55\%$).

TABELA 8 – CARACTERÍSTICAS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA DE REPOUSO DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

	BIE + Exercício			Exercício			Controle			Grupo x Tempo	
	N = 12			N = 10			N = 9			F	p
	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ		
TMrep (kcal) ^{†Δ}	1267,±281,4	1322,4±228,3	+4,23	1204,9±164,0	1305,8±161,5	+6,09	1407,1±122,5	1398,1±101,7	+1,12	4,681	0,018
FC Rep. (bpm)	83,58±15,24	76,41±13,85	-8,39	76,70±8,21	72,40±6,39	-4,19	66,55±9,98	69,11±10,20	+4,10	1,316	0,284
FC Máx. (bpm)	191,25±12,70	194,25±9,93	+1,59	194,90±10,17	192,90±10,81	-1,32	177,77±14,95	184,00±14,72	0	1,287	0,292
Vo2 (L/min) [†]	2,20±0,46	2,89±0,69	+29,01	2,13±0,49	2,44±0,59	+14,97	2,29±0,50	2,28±0,54	-7,05	8,830	0,001
Vo2 (ml/kg/min) [†]	28,68±6,01	38,12±6,13	+35,23	30,77±7,72	37,07±8,52	+15,54	35,52±8,70	34,69±8,27	-8,09	7,349	0,003
OMNI Máx. [†]	8 [6-10]	9 [6-10]	+6,25	8 [5-9]	8 [8-10]	+5,55	8 [6-10]	8 [6-10]	0	53,64	<0,001

[†]Diferença significativa Interação de Grupo x Tempo; ^ΔVariáveis que foram transformadas para LogN.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo controle;

FIGURA 12 – VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E TAXA METABÓLICA REPOUSO NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.

As avaliações das características espirométricas dos adolescentes nas avaliações iniciais e finais são apresentadas na TABELA 9, conforme a presença de BIE e prática do treinamento aeróbio. Na avaliação dos adolescentes verificou-se tendência de efeito positivo para as variáveis VEF_1 ($p=0,054$), % PFE ($p=0,051$) e % $FEF_{25-75\%}$ ($p=0,092$). Não foram detectados efeitos positivos do período de intervenção para os valores de CVF ($p=0,609$), % CVF ($p=0,394$), % VEF_1/CVF ($p=0,155$), PFE ($p=0,467$) e $FEF_{25-75\%}$ ($p=0,105$). Em contrapartida, os efeitos de interação foram encontrados para as variáveis % VEF_1 ($p=0,034$), % Queda VEF_1 ($p<0,001$) e $AAC_{0-30} VEF_1$ ($p<0,001$).

Em relação a FIGURA 13, na análise das diferenças, verificou-se que o VEF_1 apresentou aumento no grupo BIE+Exercício ($p=0,002$; $\% \Delta = +6,93$). O % Predito VEF_1 elevou-se no grupo BIE+Exercício ($p=0,003$; $\% \Delta = +4,51$). A CVF aumentou nos grupos BIE+Exercício ($p=0,034$; $\% \Delta = +5,48$) e Exercício ($p=0,030$; $\% \Delta = +2,13$). O % Predito CVF indicou aumento no grupo BIE+Exercício ($p=0,042$; $\% \Delta = +3,15$).

Nas comparações intergrupo (FIGURA 13), foram detectadas diferenças para o VEF_1 , que aumentou na comparação BIE + Exercício x Controle ($p=0,03$; $\% \Delta = +6,93\%$). No % Predito VEF_1 foram detectadas aumentos nas comparações entre BIE+Exercício x Exercício ($p=0,024$; $\% \Delta = -2,48\%$) e BIE + Exercício x Controle ($p=0,015$; $\% \Delta = +4,51\%$).

Na FIGURA 14, verificaram-se diferenças para o PFE, indicando um aumento no grupo BIE+Exercício ($p=0,012$; $\% \Delta = +5,47$). O % Predito PFE demonstrou elevação significativa no grupo BIE+Exercício ($p=0,019$; $\% \Delta = +6,92$). O % Predito $FEF_{25-75\%}$ aumentou para o grupo BIE+Exercício

($p=0,019$; $\% \Delta=+8,83$), enquanto, o $\%$ Queda VEF_1 reduziu no grupo BIE+Exercício ($p=0,033$; $\% \Delta=-34,02$).

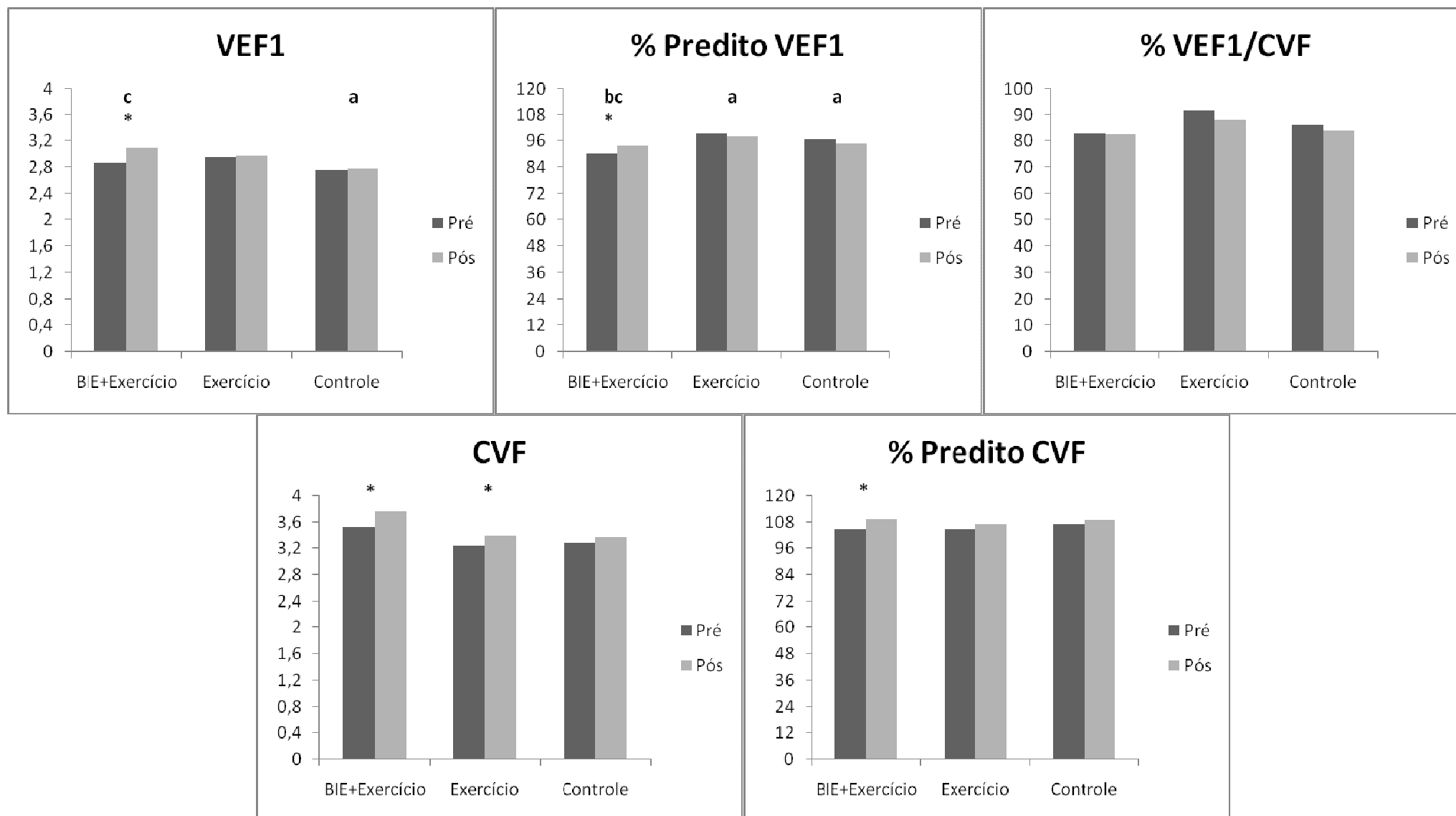
Para as comparações entre os grupos (FIGURA 14), verificou-se que o $\%$ PFE aumentou para a comparação BIE + Exercício x Exercício ($p=0,020$), com o grupo BIE + Exercício demonstrando aumento de 6,92% e o grupo Exercício aumento de 4,08%. No $FEF_{25-75\%}$ foi detectado aumento entre BIE+Exercício x Exercício ($p=0,032$), sendo que, o grupo BIE+ Exercício apresentou aumento de 5,13%, enquanto o grupo Exercício reduziu os valores de $FEF_{25-75\%}$ em 1,14%. O $\%$ $FEF_{25-75\%}$ indicou elevação dos valores entre BIE+Exercício x Controle ($p=0,024$), com aumento de 8,83% para o grupo BIE + Exercício.

Para o $\%$ Queda VEF_1 diminuições foram verificadas nas comparações entre BIE+Exercício x Exercício ($p<0,001$), BIE + Exercício x Controle ($p<0,001$) e Exercício x Controle ($p<0,001$). Houve redução dos valores para os grupos BIE + Exercício (34,02%) e Exercício (1,82%). Para a variável $AAC_{0-30} VEF_1$, verificou-se diminuição da intensidade da queda para as análises de BIE+Exercício x Exercício ($p<0,001$), BIE + Exercício x Controle ($p<0,001$) e Exercício x Controle ($p=0,003$). De modo que, os valores apresentaram redução para os grupos BIE + Exercício (58,11%) e Exercício (28,97%).

TABELA 9 – CARACTERÍSTICAS ESPIROMÉTRICAS DOS PARTICIPANTES APRESENTADOS EM MÉDIA \pm DESVIO-PADRÃO E MEDIANA [MÍNIMO-MÁXIMO]

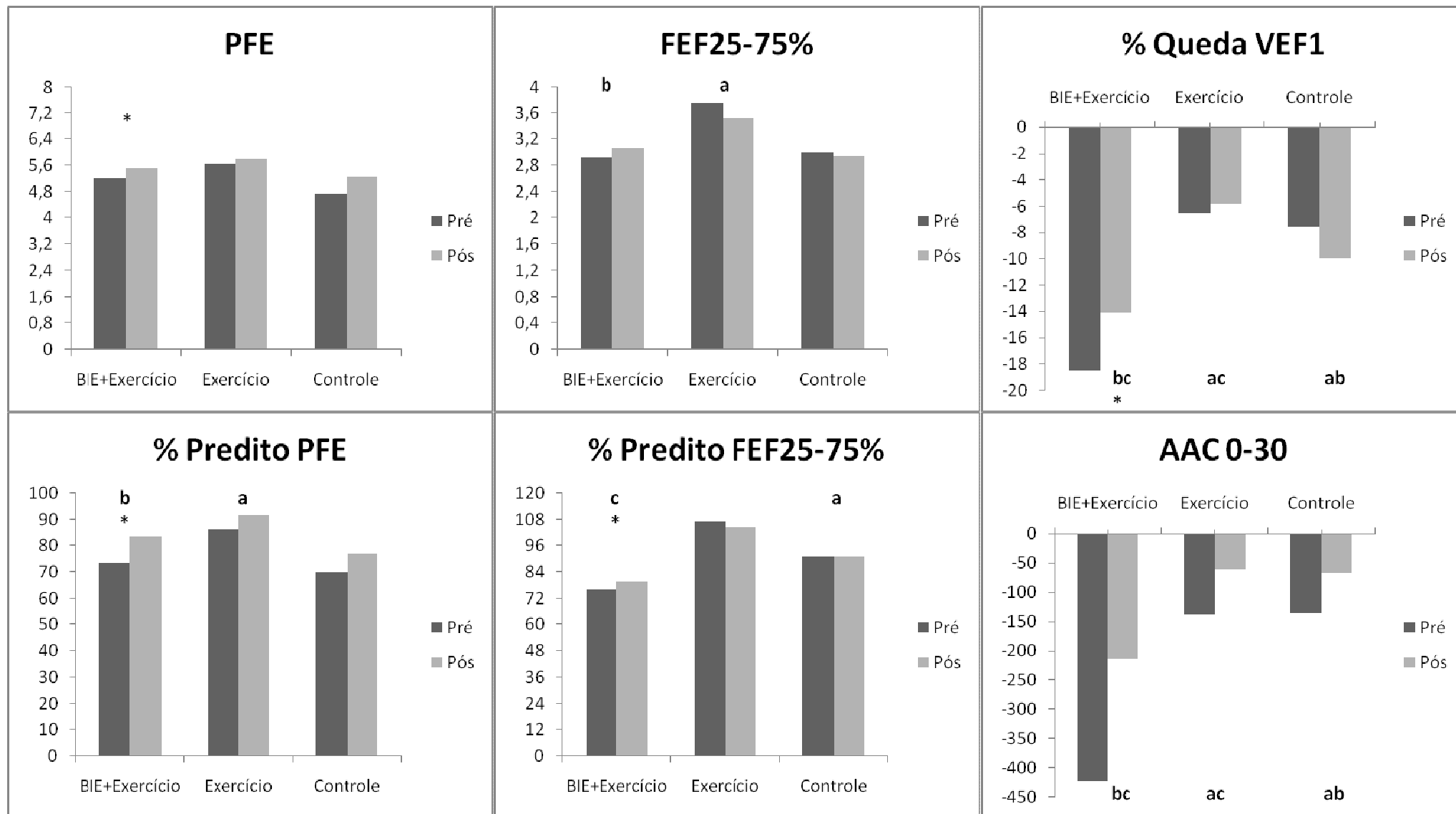
	BIE + Exercício			Exercício			Controle			Grupo x Tempo	
	N = 12			N = 10			N = 9			F	p
	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ	Pré	Pós	% Δ		
VEF ₁ (L)	2,87 \pm 0,55	3,09 \pm 0,58	+6,93	2,94 \pm 0,68	2,98 \pm 0,62	+0,63	2,76 \pm 0,43	2,78 \pm 0,45	+1,94	3,236	0,054
VEF ₁ (%Pred) [†]	90,0 [82-105]	93,7 [88-110]	+4,51	99,3 [84-120]	98,0 [81-117]	-2,48	96,9 [84-100]	94,7 [77-100]	-1,14	3,813	0,034
CVF (L/s)	3,52 \pm 0,69	3,75 \pm 0,75	+5,48	3,24 \pm 0,73	3,39 \pm 0,75	+2,13	3,28 \pm 0,50	3,36 \pm 0,52	+1,76	0,505	0,609
CVF (%Pred)	105,0 [83-116]	109,5 [91-127]	+3,15	104,9 [90-129]	107,0 [96-120]	+1,78	107,0 [94-114]	109,0 [87-120]	-1,75	0,963	0,394
%VEF ₁ /CVF	82,7 [72-91]	82,4 [75-92]	+1,59	91,5 [85-96]	87,9 [81-92]	-2,82	86,0 [74-91]	84,0 [70-88]	-2,38	1,435	0,155
PFE (L/s)	5,19 \pm 1,29	5,52 \pm 1,31	+5,47	5,64 \pm 1,40	5,78 \pm 1,37	+2,95	4,74 \pm 0,93	5,23 \pm 1,16	+20,05	0,783	0,467
PFE (%Pred)	73,5 [53-95]	83,5 [61-100]	+6,92	86,5 [73-101]	91,5 [65-101]	+4,08	70,0 [52-92]	77,0 [65-101]	+18,33	3,324	0,051
FEF _{25-75%} (L/s)	2,92 \pm 0,74	3,05 \pm 0,71	+5,13	3,76 \pm 0,76	3,51 \pm 0,70	-1,14	2,99 \pm 0,59	2,92 \pm 0,67	+0,30	2,448	0,105
FEF _{25-75%} (%Pred)	76,0 [66-99]	80,0 [68-120]	+8,83	107,0 [75-137]	104,5 [74-131]	-1,31	91 [57-113]	91,0 [57-99]	-2,04	2,606	0,092
% Queda VEF ₁ [†]	-18,47	-14,10	-34,02	-6,51	-5,82	-1,82	-7,58	-9,96	+31,10	47,29	<0,001
AAC ₀₋₃₀ VEF ₁ [†]	-422,52	-213,61	-58,11	-136,91	-60,44	-28,97	-135,40	-67,09	-84,32	24,00	<0,001

[†]Diferença significativa Interação de Grupo x Tempo; ^ΔVariáveis que foram transformadas para LogN.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo controle;

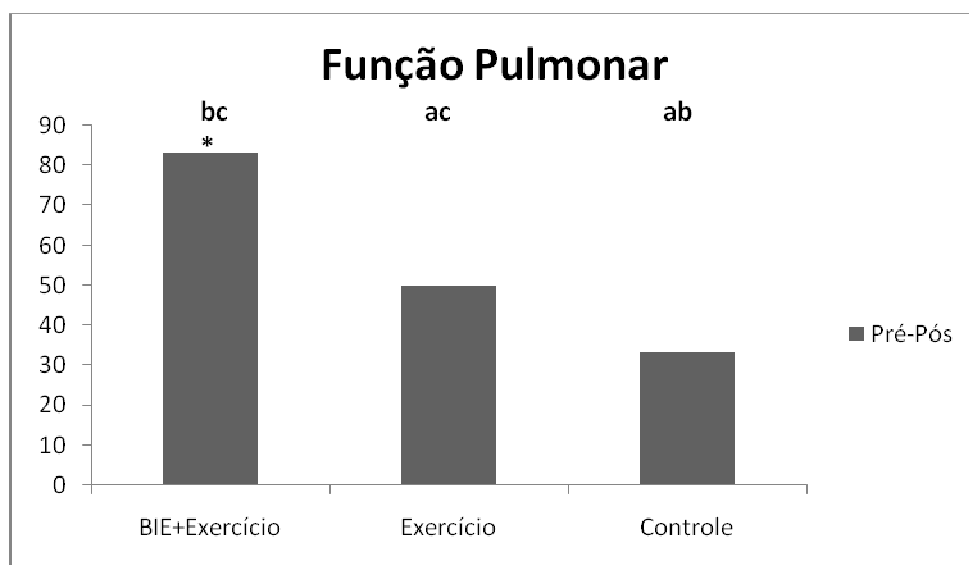
FIGURA 13 – VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.



*Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo Controle;

FIGURA 14 – VARIÁVEIS ESPIROMÉTRICAS NAS DIFERENÇAS INTRAGRUPO E INTERGRUPO.

Na FIGURA 15 foram analisados os índices de sujeitos que apresentaram evolução pulmonar no período pré e pós-treinamento em cada grupo. Foram detectadas reduções estatísticas por meio do teste Q de *Cochran* ($p < 0,001$). Na que se refere ao efeito intragrupo, verificou-se aumento apenas para os indivíduos do grupo BIE + Exercício ($p = 0,002$), enquanto os grupos Exercício ($p = 0,125$) e Controle ($p = 0,250$) não apresentaram valores significativos de elevação. Para as análises de efeitos intergrupo, verificaram-se que o grupo BIE + Exercício aumentou em maior proporção os valores de função pulmonar em comparação ao grupo Exercício ($p < 0,001$) e Controle ($p = 0,016$). Adicionalmente, o grupo Exercício apresentou aumento em comparação ao controle ($p < 0,001$).



* Diferença significativa Pré e Pós; ^aDiferença significativa do grupo BIE+Exercício; ^bDiferença significativa do grupo Exercício; ^cDiferença significativa do grupo Controle;

FIGURA 15 – % DE INDIVÍDUOS COM AUMENTO DA FUNÇÃO PULMONAR NO PERÍODO PRÉ E PÓS-TREINAMENTO

Em relação a FIGURA 16, foram comparados os percentuais de indivíduos com redução do BIE para $< 10\%$ do período pré-treinamento para o

período pós-treinamento. Embora os índices de BIE tenham reduzido em relação ao pré-treinamento, essa diferença para o número de sujeitos indicou apenas uma tendência para diferença estatística ($p=0,063$) no grupo BIE + Exercício.

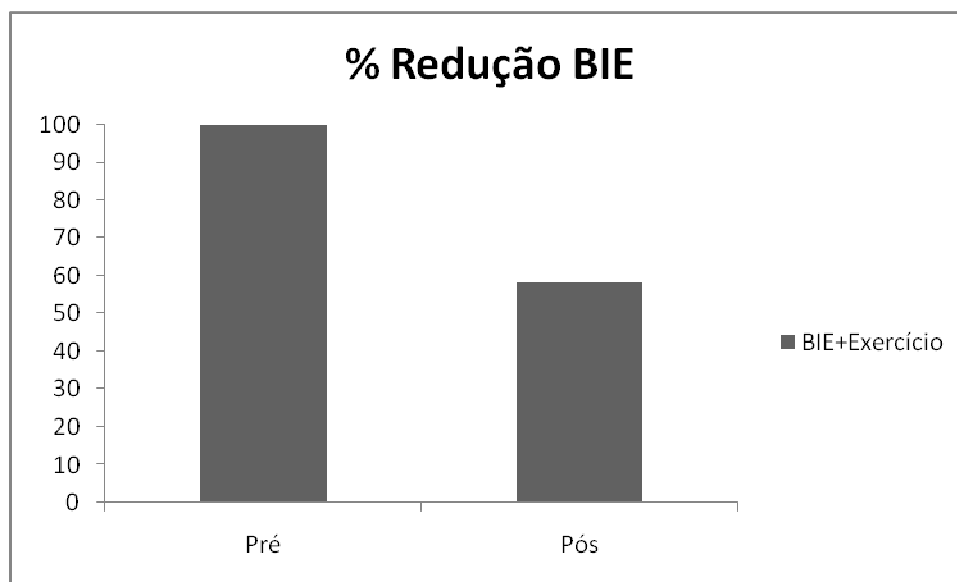


FIGURA 16 – % DE INDIVÍDUOS COM REDUÇÃO DO BIE (<10%) NO PERÍODO PRÉ-PÓS TREINAMENTO

Na FIGURA 17 verifica-se o comportamento do % Queda VEF_1 na fase de início da intervenção. Pode-se constatar que, no período de recuperação pós-teste, o grupo BIE + Exercício apresentou % Queda VEF_1 de aproximadamente 18%.

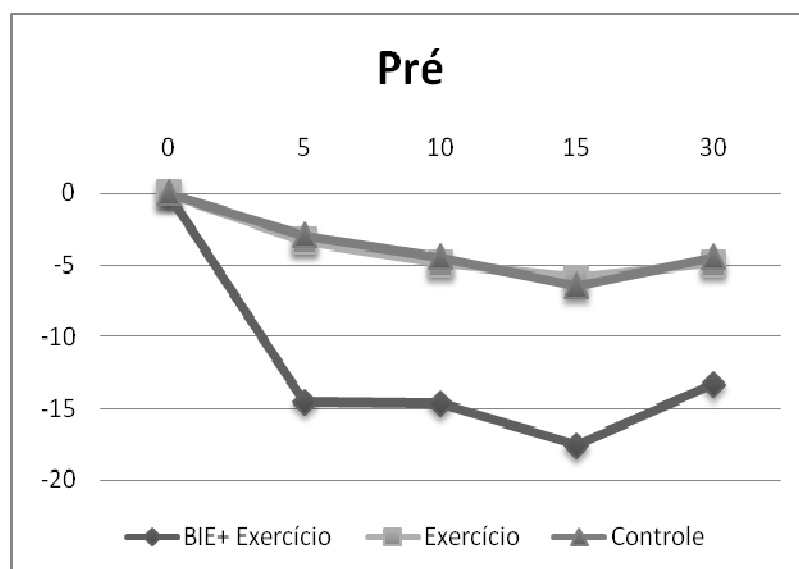


FIGURA 17 – CURVA DO VEF₁ APÓS TESTE DE BIE NO PERÍODO PRÉ-TREINAMENTO

Para a FIGURA 18, analisou-se % Queda VEF₁ na fase final da intervenção. Pode-se constatar que, no período de recuperação pós-teste, o grupo BIE + Exercício apresentou % Queda VEF₁ de aproximadamente 10%, apresentando eficácia da função pulmonar em relação ao início do treinamento.

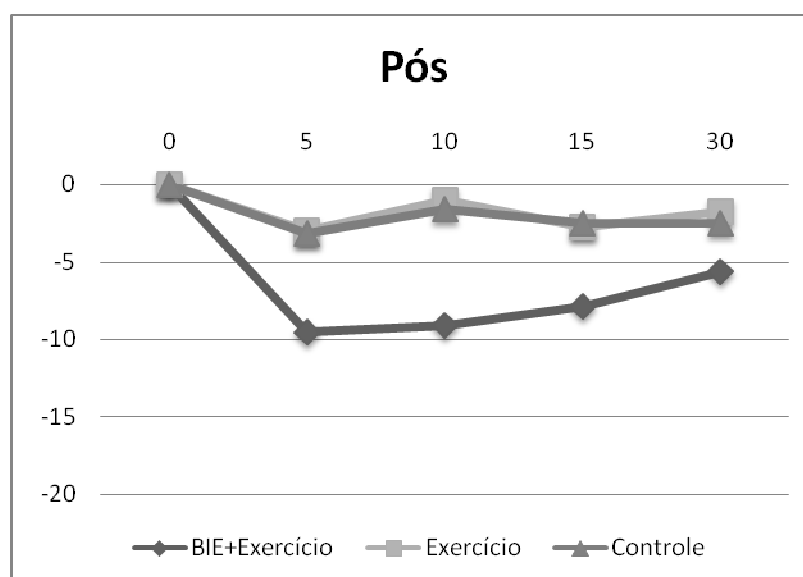


FIGURA 18 – CURVA DO VEF₁ APÓS TESTE DE BIE NO PERÍODO PÓS-TREINAMENTO

4.3 RELAÇÕES DAS VARIÁVEIS

Na FIGURA 19 foram detectadas correlações negativas significativas para a AAC_{0-30} x PCR ($r=-0,545$; $p=0,014$). Em contrapartida, a AAC_{0-30} não apresentou relações significativas com os parâmetros de % de Gordura ($r=0,061$; $p=0,784$) e VO_2 (L/min) ($r=-0,121$; $p=0,583$). O % Queda do VEF_1 não indicou relações estatísticas significativas com a PCR ($r=0,030$; $p=0,891$), % de Gordura ($r=-0,420$; $p=0,175$) e VO_2 (L/min) ($r=0,469$; $p=0,124$).

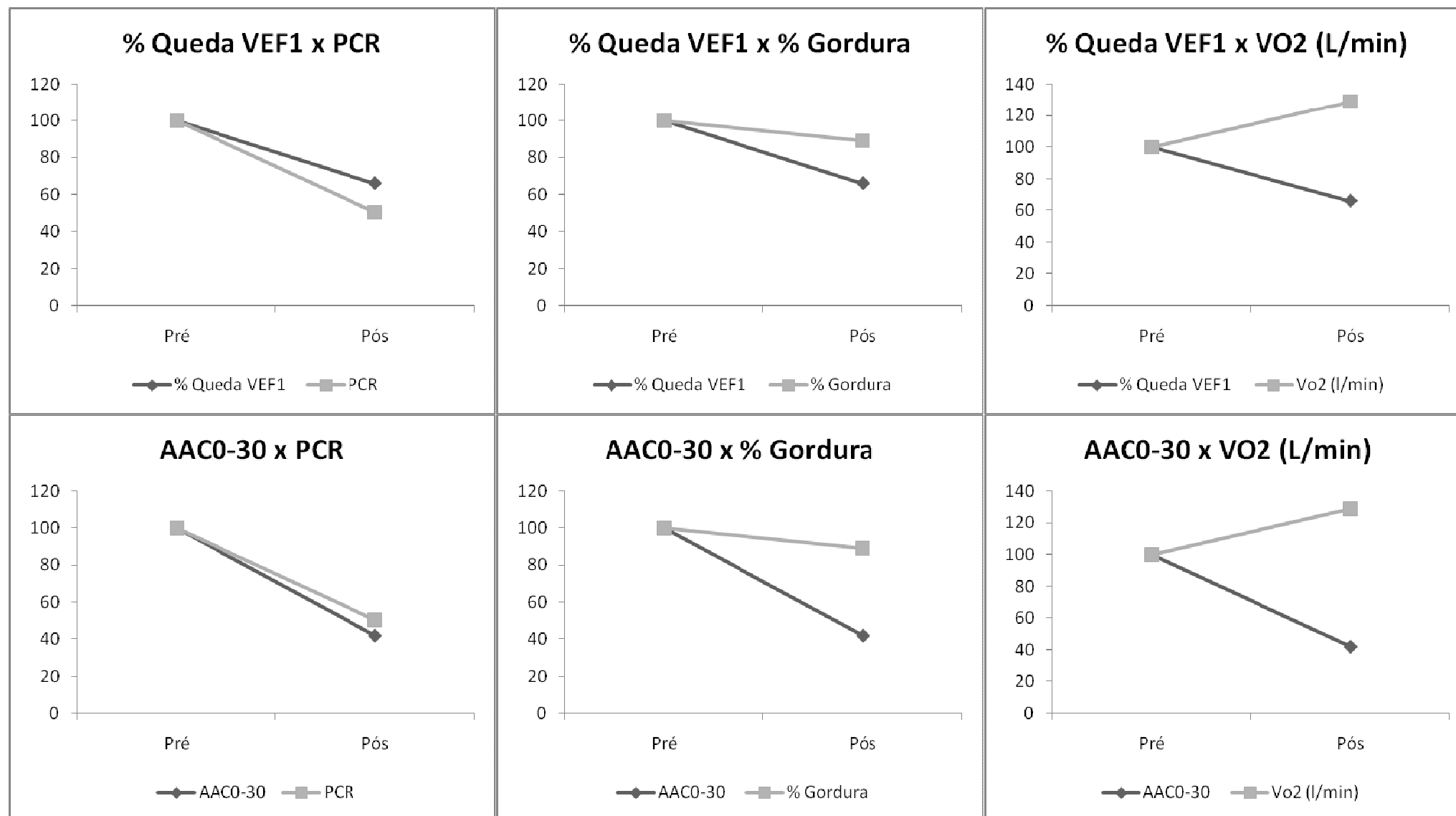


FIGURA 19 – COMPORTAMENTO DO % QUEDA VEF₁ E AAC₀₋₃₀ MEDIANTE OS FATORES MECÂNICOS E INFLAMATÓRIOS

5 DISCUSSÃO

A relação entre asma e obesidade tem sido objeto de vários estudos (POULAIN et al., 2006; STORY, 2007; ENELI et al., 2008; SHORE 2008; SHORE, 2010; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b), principalmente porque as duas situações clínicas estão atingindo proporções epidêmicas, indicando que as mudanças ambientais e sociais do mundo moderno estão envolvidas na gênese, além das interações entre ambas as doenças. A literatura pelo mundo tem indicado que a prevalência de asma é maior em obesos quando comparados a indivíduos eutróficos (SHORE, 2008; SHORE, 2010).

Embora se verifiquem diversas pesquisas sobre asma e obesidade, os mecanismos desses processos patológicos ainda não estão bem estabelecidos. Conforme a literatura, as possíveis relações podem ser influenciadas pelo efeito da obesidade sobre a mecânica ventilatória, inflamação sistêmica, hormônios de regulação do metabolismo energético, comorbidades e etiologias comuns (SHORE, 2008; SHORE, 2010). Nesse sentido, o presente estudo avaliou os efeitos comparativos e correlacionais dos parâmetros referentes a obesidade e sintomas de broncoespasmo induzido pelo exercício.

No que se refere às características iniciais, para as comparações das variáveis antropométricas e bioquímicas, foram identificadas similaridade entre os grupos. Nesse sentido, os valores demonstram a homogeneidade da amostra avaliada na fase inicial do estudo. Essa semelhança dos grupos nas características iniciais pode ser explicada pelas características de desenvolvimento dos pacientes, uma vez que, que todos os indivíduos já

havam alcançado a fase puberal e os adolescentes com excesso de massa corporal apresentam uma tendência precoce à maturação e maior estatura (WANG, 2002; LARON; WANG, 2004).

Verificou-se no presente estudo que a TMrep e a FCrep apresentaram diferenças entre os grupos. O comportamento de variação entre os valores de TMBrep apontados na pesquisa indica que o grupo BIE + Exercício já apresentava características de baixo comportamento metabólico em relação ao grupo Exercício no período pré-treinamento. De fato, os efeitos da asma e obesidade relacionados podem afetar de forma exacerbada os parâmetros metabólicos do indivíduo em relação aos indivíduos que apresentam apenas alterações de excesso de peso (SHORE, 2008; SHORE, 2010; MOREIRA et al., 2013). No que se refere a FCrep, o presente estudo evidenciou menores valores do grupo controle em comparação aos grupos exercício com e sem BIE nos parâmetros iniciais. A princípio esses dados sugerem heterogeneidade dos participantes, entretanto, os altos valores ocorreram para os grupos no período pré-exercício, ou seja, direcionando a necessidade do trabalho aeróbio para os grupos avaliados.

Para os valores iniciais desse estudo, verificaram-se ainda, diferenças significativas nas variáveis espirométricas. No entanto, os avaliados desta pesquisa foram divididos, na fase inicial, em grupos com variações dos valores espirométricos basais dentro dos percentuais do predito para estatura e sexo e relação VEF_1/CVF . Os resultados do presente estudo revelam que os adolescentes obesos participantes do grupo exercício estão dentro da normalidade para a função pulmonar conforme os critérios da *American Thoracic Society* (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2002), não evidenciando as alterações pulmonares relacionadas

à obesidade observadas aos grupos BIE + Exercício e Controle, sendo que este último apresentou seis indivíduos com alterações pulmonares.

Em contrapartida, torna-se importante ressaltar que, outros estudos não encontraram alterações espirométricas basais em adolescentes obesos asmáticos comparados a não asmáticos (ULGER et al., 2006; CIESLAK et al., 2012b). O impacto negativo da obesidade sobre o sistema respiratório provavelmente se estabelece pelo tempo do excesso de peso, talvez evidenciada em adultos e não em adolescentes. No entanto, com o crescimento da prevalência de obesidade em idades cada vez mais precoces, essas modificações pulmonares poderão ser evidenciadas ainda na população pediátrica em pesquisas futuras.

Nas análises do processo de intervenção, verificou-se na presente pesquisa que as variáveis antropométricas indicam efeito significativo relacionado ao tempo. O comportamento da estatura apresentou caráter evolutivo em todos os grupos com diferenças significativas apenas para o período de intervenção, ou seja, o emprego do controle maturacional demonstra que o processo de crescimento físico apresentou constância similar entre os sujeitos obesos com e sem BIE.

Em relação ao comportamento da circunferência abdominal nesta pesquisa, foi possível constatar que embora ambos os grupos de exercício tenham apresentando redução desse parâmetro, apenas o grupo exercício sem BIE reduziu de forma significativa. Nesse sentido, é possível inferir que a excessiva adiposidade abdominal pode ser um fator influente no comportamento mecânico do indivíduo com BIE (ULGER et al., 2006; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b; MOREIRA et al., 2013), mesmo durante o treinamento físico. Alguns fatores presentes na obesidade estão

associados a diminuição da função pulmonar, evidências têm relatado que o aumento de gordura corporal pode causar um descréscimo da função ventilatória (LAZARUS et al., 1997; ULGER et al., 2006).

Os efeitos do treinamento aeróbio demonstraram eficácia para as variáveis de composição corporal dos indivíduos praticantes de treinamento aeróbio, com e sem BIE. Verificaram-se efeitos nos componentes de gordura e de massa livre de gordura em ambos os grupos de exercício comparados ao grupo controle. Em outras pesquisas foram verificados o comportamento de melhora desses componentes com a prática do exercício em adolescentes obesos (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b). Na pesquisa de Fazelifar et al. (2011) verificou-se que 12 semanas de treinamento combinado foi capaz de reduzir o índice de massa corporal e massa de gordura do grupo experimental em relação ao grupo controle.

Uma pesquisa que avaliou os efeitos do tratamento interdisciplinar em adolescentes obesos demonstrou que os parâmetros referentes aos componentes de composição corporal apresentaram melhora após um ano de treinamento em indivíduos com e sem BIE (DA SILVA et al., 2012a). Nesse sentido, pode-se relatar que o treinamento aeróbio apresenta eficácia na redução dos parâmetros de gordura e aumento da massa muscular em adolescentes com excesso de peso, independentemente da presença ou ausência de BIE.

Para os processos efetivos da intervenção em relação aos parâmetros bioquímicos e inflamatórios, pode-se verificar que esses componentes apresentam desencadeamentos favoráveis a prática do treinamento aeróbio como em outras pesquisas (BRUNN et al., 2006; KIM et al., 2007; FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b). Nesse sentido,

os resultados detectados na presente pesquisa demonstram a eficácia do treinamento sobre os aspectos bioquímicos e inflamatórios, uma vez que, os grupos praticantes de exercício com e sem BIE apresentaram diferenças significativas em comparação ao grupo controle.

Os dados verificados sugerem conexões com a literatura, uma vez que, verificam-se efeitos de redução dos parâmetros inflamatórios em adolescentes obesos (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b). Na pesquisa de Da Silva et al (2012a), os pesquisadores demonstraram que o treinamento de exercício físico durante um ano pode reduzir a inflamação sistêmica em adolescentes obesos com e sem BIE, com a diminuição das concentrações de leptina e aumento das concentrações de adiponectina. Em outro estudo, foram avaliados 15 sujeitos com obesidade severa que completaram 15 semanas de exercício, constatando-se que a intervenção reduziu o peso corporal, aumentou a sensibilidade insulínica e as concentrações de proteína c-reativa (BRUNN et al., 2006).

Em contrapartida, a literatura apresenta resultados conflitantes no que se refere a inflamação sistêmica, sendo que, em estudo conduzido por Kim et al. (2007), que visou analisar os efeitos de seis semanas de treinamento físico sobre a adiposidade, resistência insulínica e marcadores inflamatórios em adolescentes obesos, foram verificadas melhorias nos valores de composição corporal, resistência insulínica, sem mudanças nas concentrações de proteína c-reativa. Um estudo em adolescentes do sexo feminino com excesso de peso, que realizaram um treinamento aeróbio de 12 semanas, verificou-se que as pacientes obtiveram aumento da massa corporal magra, sensibilidade a insulina e de 18% da aptidão cardiorrespiratória. Porém, não foram identificadas mudanças para proteína c-reativa (NASSIS et al., 2005).

É importante ressaltar o comportamento de outras variáveis em relação à proteína c-reativa, como na pesquisa de Winer et al. (2006), com 589 crianças e adolescentes obesos de diferentes etnias, constatou-se que com altas concentrações de proteína c-reativa, ajustados para possíveis variáveis de confusão (idade, sexo, etnia, IMC escore-Z, estágio maturacional e sensibilidade a insulina), estão associados a componentes da síndrome metabólica (baixa concentração de HDL-Colesterol (HDL-C), alta concentração de LDL-Colesterol (LDL-C) e alta concentração de triglicérides). Um dos possíveis fatores que pode exemplificar esses resultados de Nassis et al (2005) e Kim et al (2007) referem-se a participação de apenas meninas na amostra e o curto período de treinamento de seis semanas, de modo que, os estudos com períodos de treinamento acima de 12 semanas demonstraram redução da inflamação sistêmica na presente pesquisa e outros estudos (FAZELIFAR et al., 2011; DA SILVA et al., 2012a; DA SILVA et al., 2012b).

Na comparação das variáveis espirométricas entre os grupos deste estudo, o % Queda_{máx}VEF₁ e a AAC₀₋₃₀ VEF₁ demonstram eficácia após o período de treinamento, principalmente para o grupo BIE. Além disso, o teste de BIE tem sido utilizado na literatura para detectar possíveis variações significativas com uma queda maior para os obesos com distúrbios pulmonares. Nesse sentido, a presente pesquisa demonstra semelhança com estudo anterior (CIESLAK et al., 2012a), no que refere aos maiores índices de queda AAC₀₋₃₀ VEF₁ em obesos asmáticos e infere que a obesidade contribui para o agravamento do BIE.

Na avaliação das correlações com os dados referentes aos aspectos mecânicos e inflamatórios foram encontradas moderadas correlações para AAC₀₋₃₀VEF₁ com a proteína c-reativa. Esses dados explicam que a obesidade

é associada com a inflamação sistêmica incluindo elevações nos leucócitos sanguíneos, causando um aumento nos níveis séricos de proteína c-reativa, citocinas pró-inflamatórias, marcadores celulares de adesão e marcadores de peroxidação lipídica (COLLINS et al., 1996; ZICCARDI et al., 2002; DAVI et al., 2002; RAJALA; SCHERER, 2003; DA SILVA et al, 2012a; DA SILVA et al., 2012b).

Presume-se que a diminuição da capacidade física na população pediátrica obesa esteja relacionada à limitação na função ventilatória, atribuída ao excesso de massa corporal e inatividade física (LAZARUS et al., 2001; ULGER et al., 2006), desse modo, o sedentarismo aumenta as chances em desencadear BIE. Assim, quanto mais condicionado for o indivíduo mais ele evitará o desencadeamento do BIE (FANELLI et al., 2007; BONSIGNORE et al., 2008; CRAIG; DISZPENZA, 2013).

5.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O delineamento amostral de seleção não-aleatória dos sujeitos com características étnicas próprias pode ter ocasionado um viés de seleção na divisão de grupos, além disso o baixo número de participantes e a perda amostral na execução da pesquisa pode ter prejudicado a apresentação de alguns resultados do estudo.

O grupo controle apresenta caráter limitante pela sua composição, que apresentou sujeitos com BIE positivo e negativo. Não obstante, embora a prescrição de exercícios aeróbios tenha sido executada de forma efetiva, os sujeitos da pesquisa participaram de diferentes atividades físicas (caminhada, natação, ciclismo indoor e ginástica de academia) no período de treinamento,

dificultando a análise específica do comportamento das variáveis em cada umas das modalidades de exercício.

5.2 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

O presente estudo denota a capacidade do exercício aeróbio como ferramenta essencial para a melhora da capacidade das variáveis relacionadas ao excesso de peso, sobretudo a influência do BIE. Nesse sentido, o desenvolvimento e a aplicação de atividades aeróbias devem seguir os pressupostos indicados pela literatura com o intuito de se viabilizar um efeito crônico do exercício aeróbio.

6 CONCLUSÕES

No presente estudo não foram verificadas diferenças na fase inicial para as variáveis antropométricas, composição corporal, elementos cardiorrespiratórios, fatores hemodinâmicos e inflamatórios em adolescentes com excesso de peso com ou sem diagnóstico de BIE.

Os efeitos de 12 semanas de exercícios aeróbios indicaram melhora dos fatores antropométricos, composição corporal, taxa metabólica de repouso, elementos cardiorrespiratórios, aspectos hemodinâmicos, inflamatórios e pulmonares em adolescentes com excesso de peso com e sem BIE, em relação ao grupo controle;

O treinamento aeróbio pode promover modificações na intensidade do % Queda VEF_1 e AAC_{0-30} , em adolescentes obesos com BIE após 12 semanas de exercícios físicos aeróbios, sendo que a melhora da AAC_{0-30} está relacionada a redução das concentrações de proteína c-reativa.

REFERÊNCIAS

- AARON, S. D.; FERGUSON, D.; DENT, R. et al. Effect of weight reduction on respiratory function and airway reactivity in obese women. **Chest**, v. 125, p. 2046-52, 2004.
- ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart rate monitoring: applications and limitations. **Sports Medicine**, v. 33, p. 517-538, 2003.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACMS's guidelines for exercise testing and prescription**. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins, 2009.
- AMERICAN DIABETES ASSOCIATION. Type 2 diabetes in children and adolescents. **Pediatrics**. v. 105, p. 671-680, 2000.
- ARAKI, S.; DOBASHI, K.; KUBO, K.; ASAYAMA, K.; SHIRAHATA, A. High molecular weight, rather than total, adiponectin levels better reflect metabolic abnormalities associated with childhood obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 91, n. 12, p. 5113-5116, 2006.
- ASHER, M. I.; ANDERSON, H. R.; BEASLEY, R.; CRANE, J.; MARTINEZ, F.; MITCHELL, E. A.; PEARCE, N.; SIBBALD, B.; STEWART, A. W.; et al. International study of asthma and allergies in childhood (ISAAC) – rationale and methods. **European Respiratory Journal**. v. 8, p. 483-491, 1995.
- BALAGOPAL, P.; GEORGE, D.; YARANDI, H.; FUNANAGE, V.; BAYNE, E. Reversal of obesity-related hypoadiponectinemia by lifestyle intervention: a controlled, randomized study in obese adolescents. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 90, n. 11, p. 6192-6197, 2005.
- BARBEAU, P.; LITAKER, M. S.; WOODS, K. F.; et al. Hemostatic and inflammatory markers in obese youths: effects of exercise and adiposity. **Journal of Pediatrics**, v. 141, p. 415-420, 2002.
- BASARAN, S.; GULER-UYSAL, F.; ERGEN, N.; SAYDAOGLU, G.; BINGOL-KARAKOC, G.; ALTINSTAS, D.U. Effects of physical exercise on quality of life, exercise capacity and pulmonary function in children with asthma. **Journal of Medical Rehabilitation**, v. 38, p. 130-135, 2006.
- BILEN, A.; DUPONT, L. Exercise induced bronchoconstriction and sports. **Postgraduate Medical Journal**. v. 84, n. 996, p. 512-517, 2008.
- BOJIKIAN, L. P.; MASSA, M.; MARTIN, R. H. C.; TEIXEIRA, C. P.; KISS, M. A. P. D.; BOHME, M. T. S. Auto-avaliação puberal feminina por meio da utilização de desenhos e fotos. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**. v. 7, n. 2, p. 24-34, 2005.
- BONSIGNORE, M. R.; LA GRUTTA, S.; CIBELLA, F.; SCICHILONE, N.; CUTTITTA, G.; INTERRANTE, A.; MARCHESE, M.; VECA, M.; VIRZI, M.; BONANNO, A.; PROFITA, M.; MORICI, G. Effects of exercise training and

montelukast in children with mild asthma. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 3, p. 405-412, 2008.

BRUCE, R. A.; HOSSACK, K. F.; BELANGER, L.; DE ROUEN, T. A.; SOBOLEWSKI, J. S.; HOFER, V.; HOLZMAN, T. A computer terminal program to evaluate cardiovascular functional limits and estimate coronary event risks. **The Western Journal of Medicine**, v. 135, n. 4, p. 342-350, 1981.

BUSSE, W. W.; LEMANSKE, R. F. Asthma. **The New England Journal of Medicine**, v. 344, n. 5, p. 350-362, 2001.

CABRAL, F. A.; NEDER, J. A.; MARTINS, M. A et al. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. **Medicine Science & Sports and Exercise**, v. 39, n. 9, p. 1474-80, 2007.

CAIOZZO, V. J.; DAVIS, J. A.; ELLIS, J. F.; AZUS, J. L.; VANDAGRIFF, R.; PRIETTO, C. A., et al. A comparison of gas exchange indices used to detect the anaerobic threshold. **Journal of Applied Physiology**, v. 53, p. 1184-1189, 1982.

CALLE, M. C.; FERNANDEZ, M. L. Effects of resistance training on the inflammatory response. **Nutritional Research and Practice**, v. 4, n. 4, p. 259-69, 2010.

CAMILO, D. F.; RIBEIRO, J. D.; TORO, A. D. C. *et al.* Obesity and asthma: association or coincidence? **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 1, p.6-14, 2010.

CAMPBELL, K. L.; CAMPBELL, P. T.; ULRICH, C. M. et al. No reduction in C-reactive protein following a 12-month randomized controlled trial of exercise in men and women, **Cancer Epidemiology Biomarkers and Prevention**, v. 17, n. 7, p. 1714–1718, 2008.

CAMPBELL, P. T.; CAMPBELL, K. L.; WENER, M. H. et al. A yearlong exercise intervention decreases CRP among obese postmenopausal women, **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 8, p. 1533–1539, 2009.

CANÕZ, M.; ERDENEN, F.; UZUN, H. et al. The relationship of inflammatory cytokines with asthma and obesity. **Clin Invest Med**, v. 31, n. 6, p. 373-9, 2008.

CHANDRATILLEKE, M. G.; CARSON, K.V.; PICOT, J.; ESTERMAN, A. J.; SMITH, B. J. Physical training for asthma (Review). **Cochrane Database Systematic Reviews**, v. 16, n. 5, p. CD001116, 2012.

CHINN, S. Obesity and asthma in children. **Thorax**, v. 56, p. 845-50, 2006.

CHOI, K. M.; KIM, J. H.; BAIK, S..H. *et al.* Effects of exercise training on plasma visfatin and eotaxin levels. **European Journal of Endocrinology**, v.157, p.437-42, 2007.

CIESLAK, F.; MILANO, G. E.; LOPES, W. A.; RADOMINSKI, R. B.; ROSARIO FLHO, N.A.; LEITE, N. O efeito da obesidade sobre parâmetros espirométricos em adolescentes submetidos a broncoprovocação por exercício. **Acta Scientiarum – Health Sciences**. V. 32, n. 1, p.43-50, 2010.

CIESLAK, F.; LOPES, W. A.; LAZAROTTO, L.; TIMOSSI, L.S.; LEITE, N. Parâmetros fisiológicos em adolescentes obesos asmáticos e não-asmáticos submetidos ao broncoespasmo induzido pelo exercício. **Motricidade**. V. 8, Supl. 2, p.555-566, 2012a.

CIESLAK, F.; LOPES, W. A.; CAVAZZA, J. F.; TIMOSSI, L.S.; LEITE, N. Análise da escala de VO_{2pico} em adolescentes obesos asmáticos e não-asmáticos por diferentes métodos e ergômetros. **Motricidade**. V. 8, Supl. 2, p.555-566, 2012b.

CIESLAK, F.; LOPES, W. A.; TITSKI, A. C. K.; TIMOSSI, L.S.; LEVANDOSKI, G.; VILELA JUNIOR, G. B.; ROSÁRIO FILHO, N. A.; LEITE, N. Concordance of two methods for the evaluation of airway hiperresponsiveness in obese adolescents. **Journal Exercise Physiology Online**. V. 16, p.72-81, 2013.

COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos**. Brasília: Ministério da Saúde, 1996.

COOPER, J. A.; WATRAS, A. C.; O'BRIEN, M. J.; LUKE, A.; DOBRATZ, J. R.; EARTHMAN, C. P.; SCHOELLER, D. A. Assessing validity and reliability of resting metabolic rate in six gas analysis systems. **Journal of American Dietetic Association**, v. 109, n. 1, p. 128-132, 2009.

CORBO, G. M.; FORASTIERE, F.; DE SARIO, M.; BRUNETTI, L.; BONCI, E.; BUGIANI, M.; CHELLINI, E.; LA GRUTTA, S.; MIGLIORE, E.; PISTELLI, R.; RUSCONI, F.; RUSSO, A.; SIMONI, M.; TALASSI, F.; GALASSI, C.; SIDRIA-2 COLLABORATIVE GROUP. Wheeze and asthma in children: associations with body mass index, sports, television viewing and diet. **Epidemiology**, v. 19, n. 5; p. 747-755, 2008.

CRAIG, T. J.; DISPENZA, M. C. Benefits of exercise in asthma. **Annals of Allergy, Asthma and Immunology**, V. 10, p. 133-140, 2013.

CRAPO, R. O.; CASABURI, R.; COATES, A. L.; ENRIQHT, P. L.; HANKINSON, J. L.; IRVIN, C. G.; MACINTYRE, N. R.; MCKAY, R. T.; WANGER, J. S.; ANDERSON, S. D.; COCKCROFT D. W.; FISH, J. E.; STERK, P. J. Guidelines for methacholine and exercise challenge testing-1999. This official statement of the American Thoracic Society was adopted by the ATS Board of Directors, July 1999. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, V. 161, n. 1, p. 309-329, 2000.

DA SILVA, P. L.; MELLO, M. T.; CHEIK, N. C.; SANCHES, P. L.; PIANO, A.; CORGOSINHO, F. C.; CAMPOS, R. M. S.; CARNIER, J.; INOUE, D.; NASCIMENTO, C. M. O.; OYAMA, L. M.; TOCK, L.; TUFIK, S.; DAMASO, A. R. The role of pro-inflammatory and anti-inflammatory adipokines on exercise-

induced bronchospasm in obese adolescents undergoing treatment. **Respiratory Care**, v. 57, n. 4, p. 572-582, 2012a.

DA SILVA, P. L.; MELLO, M. T.; CHEIK, N. C.; SANCHES, P. L.; CORREIA, F. A.; PIANO, A.; CORGOSINHO, F. C.; CAMPOS, R. M. S.; NASCIMENTO, C. M. O.; OYAMA, L. M.; TOCK, L.; TUFIK, S.; DAMASO, A. R. Interdisciplinary therapy improves biomarkers profile and lung function in asthmatic obese adolescents. **Respiratory Care**, v. 47, n. 4, p. 8-17, 2012b.

DAVIS, J. A.; WHIPP, B. J.; WASSERMAN, K. The relation of ventilation to metabolic rate during moderate exercise in man. **European Journal of Applied Physiology**, v. 44, p. 97-108, 1980.

DAY, J. R.; ROSSITER, H. B.; COATS, E. M.; SKASICK, A.; WHIPP, B. J. The maximally attainable $\dot{V}O_2$ during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, p. 1901-1907, 2003.

DERAZ, T. E.. *et al.* High-sensitivity C reactive protein as a biomarker for grading of childhood asthma in relation to clinical classification, induced sputum cellularity, and spirometry. **Pediatric Pulmonology**, v. 47, n. 3, p. 220–225, 2012.

DELGADO, J.; BARRANCO, P.; QUIRCE, S. Obesity and asthma. **J Investig Allergol Clin Immunol**, v. 18, n. 6, p. 420-25, 2008.

DEL RIO NAVARRO, B. E.; ESLAVA, A. B.; MONGE, J. J. L. S. Relationship among obesity, asthma and pulmonary function. **Bol Med Hosp Infant Mex**, v. 68, n. 3, p. 157-168, 2011.

DEVRIES, M. C.; HAMADEH, M. J.; GLOVER, A. W. *et al.* Endurance training without weight loss lowers systemic, but not muscle, oxidative stress with no effect on inflammation in lean and obese women, **Free Radical Biology and Medicine**, v. 45, n. 4, p. 503–511, 2008.

DUNCAN, G. E.; HOWLEY, E. T.; JOHNSON, B. N. Applicability of $\dot{V}O_{2max}$ criteria: discontinuous versus continuous protocols. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 29, p. 273-278, 1997.

EDER, W.; EGE, M. J.; VON MUTIUS, E. The asthma epidemic. **The New England Journal of Medicine**, v. 355, n. 21; p. 2226-2235, 2006.

ENELI, I. U.; SKYBO, T.; CAMARGO JUNIOR, C. A. Weight loss and asthma: a systematic review. **Thorax**, v. 63, n. 8, p. 671-6, 2008.

EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. Clinical exercise testing with reference to lung diseases: indications, standardization and interpretation strategies. ERS. Task Force on Standardization of Clinical Exercise Testing. **European Respiratory Journal**, V. 10, n. 11, p. 2662-2689, 1997.

FAFFE, D. S. Asthma: where is it going? **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 41, n. 9, p. 739-749, 2008.

FANELLI, A.; CABRAL, A. L. B.; NEDER, J. A.; MARTINS, M. A.; CARVALHO, C. R. F. Exercise training on disease control and quality of life in asthmatic children. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 9, p. 1474-1480, 2007.

FAZELIFAR, S.; EBRAHIM, K.; SARKISIAN, V.; ALAVI, S. H.; BASHIRI, J. Effect of endurance and resistance training on c-reactive protein in obese children. **Annals of Biological Research**, v. 2, n. 6, p. 233-239, 2011.

FIELD, A. **Descobrimos a Estatística Usando o SPSS**. Artmed, 2009.

FITCH, K. D.; MORTON, A. R. Specificity of exercise in exercise-induced asthma. **British Medical Journal**, v. 4, p. 577-581, 1971.

FRIEDWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemistry**, v. 18, p. 499-502, 1972.

FUENTES, C.; CONTRERAS, S.; PADILLA, O.; CASTRO-RODRIGUEZ, J. A.; MOYA, A.; CAUSSADE, S. Exercise challenge test: is a 15% fall in FEV₁ Sufficient for diagnosis? **Journal of Asthma**. V. 48, n.7, p. 729-735, 2011.

GASKILL, S. E.; RUBY, B. C.; WALKER, A. J.; SANCHEZ, O. A.; SERFASS, R. C.; LEON, A. S. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, p. 1841-1848, 2001.

GELLISH, R. L.; GOSLIN, B. R.; OLSON, R. E.; MCDONALD, A.; RUSSI, G. D.; MOUDGIL, V. K. Longitudinal modeling of the relationship between age and maximal heart rate. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, p. 822-829, 2007.

GERN, J. E.; LEMANSKE, R. F.; BUSSE, W. W. Early life origins of asthma. **The Journal of Clinical Investigation**, v. 104, n. 7, p. 837-843, 1999.

GIBBONS, R. A.; BALADY, G. J.; BRICKER, T.; CHAITMAN, B. R.; FLETCHER, G. F.; FROELICHER, V. F., et al. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on practice guidelines (committee to update the 1997 exercise testing guidelines). **Journal of the American College of Cardiology**, v. 40, p. 1531-1540, 2002.

GIUBERGIA, V.; GRAVINA, L.; CASTAÑOS, C.; CHERTKOFF, L.; Influence of β_2 -adrenergic receptor polymorphisms on asthma exacerbation in children with severe asthma regularly receiving salmeterol. **Annals of Allergy, Asthma and Immunology**, v. 110, p. 156-160, 2013.

GIOULEKA, P.; PAPTAEODOROU, G.; LYBEROPOULOS, P. *et al.* Body mass index is associated with leukotriene inflammation in asthmatics. **European Journal of Clinical Investigation**, v. 41, n.1, p. 30-38, 2011.

GIBSON, P. G.; WLODARCZYK, J.; HENSLEY, M. J.; GLEESON, M.; HENRY, P. L.; CRIPPS, A. W.; et al. Epidemiological association of airway inflammation

with asthma symptoms and airway hiperresponiveness in childhood. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 158, p. 36-41, 1998.

GORDON, C. C.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Stature, recumbent length and weight. In: LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F., MARTORELL, R. **Anthropometric standardization reference manual**. Champaign: Human Kinetics Books, 1988.

GOTSHALL, R. W. Exercise induced-bronchoconstriction. **Drugs**, v. 62, n. 12, p. 1725-1739, 2000.

GUNAY, O.; ONUR, E.; YILMAZ, O. *et al.* Effects of physical exercise on lung injury and oxidant stress in children with asthma. **Allergologia et Immunopathologia**, v. 40, n. 1, p. 20-24, 2011.

HAKALA, K.; STENIUS-AARNIALA, B.; SOVIJÄRVI, A. Effects of weight loss on peak flow variability, airways obstruction, and lung volumes in obese patients with asthma. **Chest**, v. 118, p.1315-21, 2000.

HASAN, R.A.; ABUHAMMOUR, W.; ZUREIKAT, G.Y. The relationship between body weight and objective measures of airway obstruction in children. **The Open Pediatric Medicine Journal**, v. 3, p. 26-30, 2009.

HEWITT, M.; CREEL, A.; ESTELL, K. *et al.* Acute exercise decreases airway inflammation, but not responsiveness, in an allergic asthma model, **Am J Respir Cell Mol Biol**, v. 40, p. 83-9, 2009.

HERSOUG, L. G.; LINNENBERG, A. The link between the epidemics of obesity and allergic diseases: does obesity induce decreased immune tolerance? **Allergy**, v. 62, n. 3, p. 1205-1213, 2007.

HOUTKOOPER, L. B.; GOING, S. B.; LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; VAN LOAN, M. Bioelectrical impedance estimation of fat-free body mass in children and youth: a cross-validation study. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, p. 366-373, 1992.

INTERNATIONAL STUDY OF ASTHMA AND ALLERGIES IN CHILDHOOD (ISAAC) STEERING COMMITTEE. Worldwide variation in the prevalence of asthma symptoms: the international study of asthma and allergies in childhood (ISAAC). **Lancet**. v. 351, n. 9111, p.1225-1232, 1998.

JANSSEN, I.; KATZMARZYK, P.; BOYCE, C.; *et al.* Comparison of overweight and obesity prevalence in school-aged youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. **Obesity Reviews**. v. 6, p.123-132, 2005.

KATZ, A.; NAMBI, S. S.; MATHER, K.; *et al.* Quantitative insulin sensitivity check index: a simple, accurate method for assessing insulin sensitivity in humans. **Journal Clinical Endocrinology and Metabolism**. v. 85, p. 2402-2410, 2000.

KIM, E. S.; IM, J. A.; KIM, K. C.; PARK, J. H.; SUH, S. H.; KANG, E. S.; KIM, S. H.; JEKAL, Y.; LEE, C. W.; YOON, Y. J.; LEE, H. C.; JEON, J. T. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. **Obesity Research**. v. 15, n. 12, p. 3023-3030, 2007.

KIM, K. W.; SHIN, Y. H.; LEE, K. E.; KIM, E. S.; SOHN, M. H.; KIM, K. E. Relationship between adipokines and manifestations of childhood asthma. **Pediatric Allergy and Immunology**. v. 19, n. 6, p. 535-540, 2008.

KONDO, T.; KOBAYASHI, I.; MURAKAMI, M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women, **Endocrine Journal**, v. 53, n. 2, p. 189–195, 2006.

KUCZMARSKI, R.J.; OGDEN, C.L.; GUO, S.S.; GRUMMER-STRAWN, L.M., et al. **CDC growth charts**: United States. Advance data from vital and health statistics; n. 314. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics, 2000.

LARON, Z.; WANG, Y. Is obesity associated with early sexual maturation? **Pediatrics**. v. 113, n. 1, p. 171-172, 2004.

LEAR, S. A.; BROZIC, A.; MYERS, J. N.; IGNASZEWSKI, A. Exercise stress testing: an overview of current guidelines. **Sports Medicine**, v. 277, p. 285-312, 1999.

LEITE, N.; MILANO, G.E.; CIESLAK, F.; LOPES, W.A.; RODACKI, A.F.; RADOMINSKI, R.B. Effects of exercise and nutritional guidance on metabolic syndrome in obese adolescent. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v.13, n.1, p 73-81, 2009.

LEMANSKE R. F.; BUSSE, W. W. Asthma. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology**. v. 111, supl. 2, p. 502-519, 2003.

LI, A. M.; LEX, C.; ZACHARASIEWICZ, A.; WONG, E.; ERIN, E.; HANSEL, T., WILSON, N. M.; BUSH, A. Cough frequency in children with asthma: correlation with lung function, exhaled nitric oxide, and sputum eosinophil count. **Thorax**. v. 58, n. 11, p.974-978, 2003.

LISSAU, I.; OVERPECK, M. D.; RUAN, W. R.; DUE, P.; HOLSTEIN, B. E.; HEDIGER, M. L. Body mass index and overweight in adolescents in 13 European countries, Israel and United States. **Archives of Pediatric Adolescent Medical**. v. 158, p.27-33, 2004.

LUDER, E.; MELNIK, T. A.; DIMAIO, M. Association of being overweight with greater asthma symptoms in inner city black and Hispanic children. **Jornal de Pediatria**, v. 132, p. 699-703, 1998.

MANCUSO, P. Obesity and lung inflammation. **Journal Applied Physiology**, v. 108, n. 3, p. 722-28, 2010.

MARTIN, R. H. C.; UEZU, R.; PARRA, A. S.; ARENA, S. S.; BOJIKIAN, L. P.; BOHME, M. T. S. Auto-avaliação da maturação sexual masculina por meio da

utilização de desenhos e fotos. **Revista Paulista de Educação Física**. V. 15, p. 212-222, 2001.

MARTÍN-MUÑOZ, M. F.; PAGLIARA, L.; ANTELO, M. C.; MADERO JARABO, R.; BARRIO, M. I.; MARTINEZ, M. C.; MARTIN ESTEBAN, M. Exercise-induced asthma in asthmatic children. Predisposing factors. **Allergologia et Immunopathologia**. V. 36, n. 3, p. 123-127, 2008.

MATSUMOTO, I.; ARAKI, H.; TSUDA, K.; ODAJIMA, H.; NISHIMA, S.; HIGAKI, Y, et al. Effects of swimming training on aerobic capacity and exercise induced bronchoconstriction in children with bronchial asthma. **Thorax**, v. 54, p. 196-201, 1999.

MATTHEWS, D. R.; HOSKER, J. P.; RUDENSKI, A. S.; NAYLOR, B. A.; TREACHER, D. F.; TURNER, R. C. Homeostasis model assessment: insulin resistance and beta cell-function from fasting plasma glucose and insulin concentrations in man. **Diabetologia**. V. 28, p. 412-419, 1985.

MENDES, F. A.; ALMEIDA, F. M.; CUKIER, A. et al. Effects of aerobic training on airway inflammation in asthmatic patients. **Medicine Science & Sports and Exercise**, v. 43, p.197-203, 2011.

MCLELLAN, T. M.; SKINNER, J. S. Blood Lactate removal during active recovery related to the aerobic threshold. **International Journal Sports Medicine**. V. 3, p. 224-229, 1982.

MEHTA, N. K.; CHANG, V. W. Weight status and restaurant availability a multilevel analysis. **American Journal of Preventive Medicine**. V. 34, p. 127-133, 2008.

MICKLEBOROUGH, T. D. A nutritional approach to managing exercise-induced asthma. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 3, p. 135-144, 2008.

MOREIRA, A.; DELGADO, L.; HAAHTELA, T. FONSECA, J.; MOREIRA, P.; LOPES, C.; et al. Physical training does not increase allergic inflammation in asthmatic children. **European Respiratory Journal**, v. 32, n. 6, p. 1570-1575, 2008.

MOREIRA, A.; BONINI, M.; GARCIA-LARSEN, V.; BONINI, S.; DEL GIACCO, S. R.; AGACHE, I.; FONSECA, J.; PAPADOPOULOS, N. G.; CARLSEN, K. H.; DELGADO, L.; HAAHTELA, T. Weight loss interventions in asthma: EAACI Evidence based-clinical practice guideline (Part I). **Allergy**, v. 68, p. 425-439, 2013.

MORTON, A.R.; FITCH, K.D. Asthma In: SKINNER, J.S. **Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases**. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 2005.

NASCIMENTO, H.; ROCHA, S.; REGO, C.; MANSILHA, H. F.; QUINTANILHA, A.; SANTOS-SILVA, A.; BELO, L. Leukocyte count versus c-reactive protein levels in obese portuguese patients aged 6-12 years old. **The Open Biochemistry Journal**, v. 4, p. 72-76, 2010.

NASSIS, G. P.; PAPANTAKOU, K.; SKENDERI, K.; TRIANDAFILLOPOULOU, M.; KAVOURAS, S. A.; YANNAKOULIA, M.; CHROUSOS, G. P.; SIDOSSIS, L. S. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. **Metabolism Clinical and Experimental**, v. 54, p. 1472-1479, 2005.

NATIONAL ASTHMA EDUCATION AND PREVENTION PROGRAM. Expert Panel Report 2: Guidelines for the Diagnosis and Management of Asthma. Pub No 97-4051. Bethesda, MD : Department of Health and Human Services, National Institutes of Health, 1997.

NEMET, D.; WANG, P.; FUNAHASHI, T.; MATSUZAWA, Y.; TANAKA, S.; ENGELMAN, L.; COOPER, D. M. Adipocytokines, body composition, and fitness in children. **Pediatric Research**, v. 53, p. 148-152, 2003.

NICALACAKIS, K.; SKOWRONSKI, M. E.; CORENO, A. J. *et al.* Observations on the physiologic interactions between obesity and asthma. **J Appl Physiol.**, v. 105, p. 1533-41, 2008.

OKITA, K.; NISHIJIMA, H.; MURAKAMI, T. *et al.* Can exercise training with weight loss lower serum C-reactive protein levels? **Arteriosclerosis Thromb Vasc Biol**, v. 24, n. 10, p. 1868-1873, 2004.

OLIVEIRA, M. A. B.; LEITE, N. Asma brônquica, doença obstrutiva pulmonar e exercício físico. In: GHORAYEB, N.; DIOGUARDI, G. S. **Cardiologia do Esporte e do Exercício**. São Paulo: Atheneu, 2007, p. 443-454.

POLGAR, C.; PROMODHAT, V. **Pulmonary function testing in children: techniques and standards**. Philadelphia: WB Saunders Co., 1971.

POULAIN, M.; DOUCET, M.; MAJOR, G. C.; DRAPEAU, V.; SERIES, F.; BOULET, L. P.; TREMBLAY, A.; MALTAIS, F. The effect of obesity on chronic respiratory diseases: pathophysiology and therapeutic strategies. **Canadian Medical Association Journal**, v. 174, n. 9, p. 1293-1299, 2006.

POWER, M. L.; SCHULKIN, J. Sex differences in fat storage, fat metabolism, and the health risks from obesity: possible evolutionary origins. **British Journal of Nutrition**, v.99, p. 931-940, 2008.

PRICE, J. F. Choices of therapy for exercise-induced asthma in children. **Allergy**, v. 56, n. 66, p. 12-17, 2001.

QIAN, F. H.; ZHANG, Q.; ZHOU, L. F.; LIU, H.; HUANG, M.; ZHANG, X. L.; YIN, K. S. High-sensitivity C-reactive protein: a predictive marker in severe asthma. **Respirology**, v. 13, p. 664-669, 2008.

RASMUSSEN, F.; MIKKELSEN, D.; HANCOX, R. J.; LAMBRECHTSEN, J.; NYBO, M.; HANSEN, H. S.; SIERSTED, H. C. High-sensitive C-reactive protein is associated with reduced lung function in young adults. **European Respiratory Journal**, v. 33, n. 2, p. 382-388, 2009.

RAM, F. S. F.; ROBINSON, S. M.; BLACK, P. N. Effects of physical training in asthma: a systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 34, p. 162-167, 2000.

ROBERTSON, R. J. NOBLE, B. J. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. **Exercise in Sport Sciences Reviews**, v. 25, p. 407-452, 1997.

ROBERTSON, R. J.; GOSS, F. L.; BOER, N. F.; PEOPLES, J. A.; DABAYEBEH, I. M.; MILLICH, N. B. et al. Children's OMNI scale or perceived exertion: mixed gender and race validation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, p.452-458, 2000.

RUIZ, J. R.; ORTEGA, F. B.; WARNBERG, J.; SJOSTROM, M. Associations of low-grade inflammation with physical activity, fitness and fatness in prepubertal children; the European Youth Heart Study. **International Journal of Obesity**, v. 31, n. 10, p. 1545-1451, 2007.

SANO, F.; SOLÉ, D.; OLIVEIRA FILHO, J.; SOARES, F. J. P.; NASPITZ, C. K. Avaliação cardiorrespiratória em crianças asmáticas: asma induzida pelo exercício. **Revista Brasileira de Alergia Imunologia**. v. 11, n. 3, p.74-78, 1988.

SCHAUB, B.; VON MUTIUS, E. Obesity and asthma, what are the links? **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**. v. 5, n. 2, p.185-193, 2005.

SCIPIONI, G.; CIESLAK, F.; ROSARIO FILHO, N. A.; LEITE, N. Função Pulmonar de Obesos Mórbidos Submetidos a Cirurgia Bariátrica. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 4, p. 621-627, 2011.

SHIM, Y. M.; BURNETTE, A.; LUCAS, S.; HERRING, R. C.; WELTMAN, J.; PLATTS-MILLS, T. A. Physical deconditioning as a cause of breathlessness among obese adolescents with a diagnosis of asthma. **PlosOne**, v. 8, n. 4, p. E61022, 2013.

SHORE, S. A. Obesity and asthma: implications for treatment. **Curr Opin Pulm Med**, v. 13, p.56-62, 2007.

SHORE, S. A. Obesity and asthma: possible mechanisms. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology**. v. 121, n. 5, p.1087-1093, 2008.

SHORE, S. A. Obesity, airway hyperresponsiveness, and inflammation. **Journal Applied Physiology**, v. 108, n. 3, p. 735-43, 2010.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. III Consenso Brasileiro de Manejo da Asma. **Jornal de Pneumologia**. v. 28, supl. 1, 2002a.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA. Diretrizes para Teste de Função Pulmonar. **Jornal de Pneumologia**. v. 28, supl. 3, 2002b.

SOOD, A. Obesity, adipokines, and lung disease. **Journal Applied Physiology**, v. 108, n. 3, p. 744-53, 2010.

STENIUS-AARNIALA, B.; POUSSA, T.; KVARNSTRÖM, J. *et al.* Immediate and long term effects of weight reduction in obese people with asthma: randomized controlled study. **British Medical Journal**, V. 320, p. 827-32, 2000.

STORMS, W. Exercise-induced asthma. **Medicine Science Sports and Exercise**, v. 35, n. 9, p. 1464-1470, 2003.

STORY, R. E. Asthma and obesity in children. **Current Opinion Pediatric**, v. 19, p. 680-684, 2007.

SUTHERLAND, T. J. T.; COWEN, J.O.; YOUNG, S. *et al.* The association between obesity and asthma: interactions between systemic and airway inflammation. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 178, p. 469-475, 2008.

SVENONIOUS, E.; KAUTTO, R.; ARBORELIUS JUNIOR, M. Improvement after training of children with exercise-induced asthma. **Acta Paediatrica Scandinavian**, v. 72, p. 23-30, 1983.

TANNER, J. M. Normal growth and techniques of growth assessment. **Clinical Endocrinology & Metabolism**. v. 15, p. 411-451, 1986.

TENÓRIO, L. H. S.; SANTOS, A. C.; OLIVEIRA, A. S.; LIMA, A. M. J.; BRASILEIRO-SANTOS, M. S. Obesity and pulmonary function tests in children and adolescents: a systematic review. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 30, n. 3, p. 423-430, 2012.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Research methods in physical activity**. Champaign: Human Kinetics Books, 2007.

ULGER, Z.; DEMIR, E.; TANAÇ R.; GOKSEN, D.; GULEN, F.; DARCAN. S.; CAN, D.; ÇOKER, M. The effect of childhood obesity on respiratory function testes and airway hiperresponsiveness. **The Turkish Journal of Pediatris**, v. 48, n. 1, p. 43-50, 2006.

UTTER, A. C.; ROBERTSON, R. J.; NIEMAN, D. C.; KANG, J. Children`s OMNI scale of perceived exertion: walking/running evaluation. **Medicine & Science in Sports and Exercise**, v. 34, p. 139-144, 2002.

VAN VEEN, I, H.; TEN BRINKE, A.; STERK, P. J.; RABE, K. F.; BEL, E. H. Airway inflammation in obese and nonobese patients with difficult-to-treat-asthma. **Allergy**, v. 63, n. 5, p. 570-574, 2008.

VAN VELDHoven, N. H.; VERMEER, A.; BOGAARD, J. M.; HESSELS, M. G.P.; WIJNROKS, L.; COLLAND, V. T.; *et al.* Children with asthma and physical exercise; effects an exercise programme. **Clinical Rehabilitation**, v. 15, n. 4, p. 360-370, 2001.

VIEIRA, R. P.; TOLEDO, A. C.; FERREIRA, S. C. *et al.* Airway epithelium mediates the anti-inflammatory effects of exercise on asthma. **Respiratory physiology & Neurobiology**, n. 175, p. 383-89, 2011.

VON MUTIUS, E. The environment predictors of allergic disease. **The Journal of Allergy and Clinical Immunology**, v. 105, p. 9-19, 2000.

VOLKOV, N. I.; SHIRKOVETS, E. A.; BORILKEVICH, V. E. assessment of aerobic and anaerobic capacity of athletes in treadmill running tests. **European Journal of Applied Physiology**, v. 34, p. 121-130, 1975.

WANG, Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**. v. 110, n. 5, p. 903-910, 2002.

WASHINGTON, R. L. Anaerobic threshold in children. **Pediatric Exercise Science**. V. 1, p. 244-256., 1989.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J. E.; SUE, D. Y.; WHIPP, B. J. **Principles of exercise testing and interpretation**. Philadelphia: Lea and Febiger, 1987.

WELSH, L.; KEMP, J. G.; ROBERTS, R. G. D. Effects of physical conditioning on children and adolescents with asthma. **Sports Medicine**, v. 35, n.2, 127-141, 2005.

WEIR, J. B. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. **Journal Physiology**, v. 109, p. 1-9, 1949.

WICHER, I. B.; RIBEIRO, M. A. G. O.; MARMO, D. B.; SANTOS, C. I. S.; TORO, A. A. D. C.; MENDES, R. T.; CIELO, F. M. B. L.; RIBEIRO, J. D. Effects of swimming on spirometric parameters and bronchial hyperresponsiveness and adolescents with moderate persistent atopic asthma. **Jornal de Pediatria**, v. 86, n. 5, p. 384-390, 2010.

WINER, J. C.; ZERN, T. L.; TAKSALI, S. E.; DZIURA, J.; CALI, A. M. G.; WOLLSCHLAGER, M.; SEYAL, A. A.; WEISS, R.; BURGERT, T. S.; CAPRIO, S. Adiponectin in childhood and adolescent obesity and its association with inflammatory markers and components of metabolic syndrome. v. 91, n. 11, p. 4415-4423, 2006.

WRIGHT, A.; LAVOIE, K. L.; JACOB, A. *et al.* Effects of body mass index on self-reported exercise-triggered asthma. **Phys Sportsmed**. v. 38, n.4, p. 61-6, 2010.

ZAMMIT, C.; LIDDICOAT, H.; MOONSIE, I.; MAKKER, H. Obesity and respiratory diseases. **International Journal of General Medicine**, v. 3, p. 335-43, 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE 1	106
APÊNDICE 2	107
APÊNDICE 3	109
APÊNDICE 4	110



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



APÊNDICE 1



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



CONVITE

Você está convidado a participar do projeto científico intitulado “Influência do polimorfismo $\beta 2$ no metabolismo basal e função pulmonar em obesos asmáticos e não-asimáticos”. Para isso, uma ou duas visitas ao laboratório do Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida (NQV-UFPR) serão necessárias para a realização de: (a) teste de caminhada/corrida máximo em esteira, e (b) avaliações antropométricas, clínicas, bioquímicas (coleta de sangue) e genéticas. Para efetivar a sua participação, basta você apresentar as seguintes características:

- Sexo Feminino ou Masculino (idade entre 12-16 anos)
- Não apresentar e/ou ingerir medicamento para qualquer tipo de distúrbios cardiovasculares, respiratórios, metabólicos e/ou músculo-esqueléticos.
- Não fumante
- Termo de consentimento assinado pelos pais ou responsável

O presente estudo é realizado de forma GRATUITA e não envolve qualquer tipo de recompensa financeira. Desse modo, a sua participação deve ser voluntária. Além disso, ao final da sua participação nesta pesquisa, você receberá um relatório contendo os seus principais resultados, os quais serão explicados detalhadamente por profissionais da área da Educação Física e Medicina. Desde já agradecemos a sua atenção e nos dispomos a oferecer maiores informações e agendar avaliações pelo fone: 3360-4326 (tratar com Profª Gerusa Eisfeld Milano, Prof. Fabrício Cieslak ou Profª Leilane Lazarotto).



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



APÊNDICE 2

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Pais ou Responsáveis

Por favor, leia com atenção as informações contidas abaixo antes de dar o seu consentimento para seu filho participar desse estudo. O objetivo desse estudo é analisar a “Influência do polimorfismo $\beta 2$ no metabolismo basal e função pulmonar em obesos asmáticos e não-asmáticos”.

É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços da medicina, e a participação do seu filho (a) é fundamental. Essa pesquisa será acompanhada através dos exercícios físicos programados e orientação alimentar sobre as complicações decorrentes da asma e obesidade em crianças e adolescentes, com idade entre 12 e 16 anos, por um período de três meses.

Além disso, algumas visitas ao laboratório do Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida, no departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, serão necessárias para a realização de: (a) teste de caminhada/corrida máximo em esteira, (b) avaliação de broncoprovocação por exercício físico, e (c) avaliações antropométricas e clínicas, bioquímicas e genéticas.

Caso seu filho participe do pesquisa, ele terá que realizar alguns procedimentos antes e durante o estudo:

a) Participar de consulta médica trimestral, onde serão entrevistados e examinados por médico especialista em Medicina do Esporte e Pediatria no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná. O médico irá avaliar a estatura, o peso, circunferência abdominal, pressão arterial, o desenvolvimento dos pêlos pubianos nos meninos e meninas, o desenvolvimento mamário das meninas e o desenvolvimento testicular dos meninos (auto-avaliação puberal), fazendo o exame clínico geral no início e no final do programa.

b) Realizar exames de rotina que serão coletados no período da manhã em jejum de 12 horas, sendo eles: avaliação da composição corporal e do gasto metabólico de repouso, nas dependências do departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, que serão analisados com o paciente em repouso (deitado) em uma maca e através da utilização de aparelhos adequados a pesquisa que não apresentem nenhum risco ao seu filho (a). Os exames de sangue serão coletados no laboratório, antes do início e após três meses, sendo analisados o hemograma, dosagens de glicose, insulina, colesterol total (CT) lipoproteínas de alta intensidade (HDL), lipoproteínas de baixa densidade (LDL), triglicérides (TG), óxido nítrico e adiponectina humana. Serão extraídas do sangue coletado amostras de DNA para as avaliações genéticas.

c) Realizar testes ergométricos que são de esforço máximo para avaliar o condicionamento físico nas aulas de academia. Será realizada uma primeira sessão de familiarização (reconhecimento do aparelho) e uma segunda sessão para a realização do teste de esforço máximo. O teste de esforço máximo consiste de caminhada na esteira, iniciando com uma baixa velocidade e aumentando essa velocidade a cada três minutos, até que seu filho (a) atinja o máximo de esforço exigido. Durante o teste será monitorada a frequência cardíaca e a intensidade do exercício através de escalas de percepção de esforço. As avaliações de esforço máximo serão realizadas no Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná e terão acompanhamento de uma equipe previamente treinada sob a supervisão da médica Dra. Neiva Leite.

d) Realizar testes de broncoprovocação por exercício e metacolina antes do início e após três meses, que serão realizados nas dependências da Unidade de Imunologia e Pneumologia do Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná e terão o acompanhamento de uma equipe previamente treinada sob a supervisão. Para a realização desses testes o seu filho (a) deverá evitar o consumo de chá, café ou refrigerante duas horas antes da avaliação e suspender o uso de broncodilatadores 12 horas antes da avaliação. O teste de broncoprovocação por exercício físico consistirá de uma caminhada ou corrida na esteira durante oito minutos com a exigência de um esforço moderado do seu filho (a). O teste de broncoprovocação com metacolina será realizado com a respiração em um nebulizador que não apresenta risco ao seu filho (a). Após os dois testes, que serão realizados em dias diferentes e com intervalo mínimo de uma semana entre eles, serão coletadas as medidas de volume pulmonar com a utilização de um aparelho científico adequado e que não apresenta risco ao seu filho (a).

e) Realizar as sessões de exercício físico durante três dias da semana em uma academia

Seu filho (a) pode sentir um pouco de desconforto e estar sujeito a alguns riscos durante alguns dos exames acima apresentados, como: a) A retirada de sangue do seu braço que pode provocar dor, inflamação e hematomas; b) O jejum de doze horas pode causar tontura, dor de cabeça, mal-estar do estômago ou desmaio; c) No teste máximo de esteira e broncoprovocação por exercício físico em esteira o seu filho (a) pode sentir exaustão, dores nas pernas e taquicardia que melhoram após a interrupção do teste; d) Os adesivos do aparelho de composição corporal podem provocar alguma reação a pele tal como vermelhidão ou coceira; e) Dores musculares e articulares durante e após as sessões iniciais de exercício na academia.

As dores musculares e articulares decorrentes do treinamento após as sessões iniciais tendem a diminuir a medida que seu filho melhore o condicionamento físico. Os benefícios esperados são: a redução da gordura corporal, melhora da pressão arterial, melhora de componentes sanguíneos (colesterol total, HDL, LDL, glicemia, insulina, adiponectina), melhora do condicionamento cardiorrespiratório, melhora do volume pulmonar, aumento das atividades físicas diárias, maior participação nas aulas de educação física e a reeducação nutricional.

Estão garantidas todas as informações que você queira, antes, durante ou depois do estudo. As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais, no entanto, se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob a forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.

A participação de seu filho (a) é voluntária e oferece benefícios de uma avaliação clínica completa que não está ligada a nenhum custo ou despesa para a realização dos exames e você não receberá qualquer valor em dinheiro pela participação do seu filho (a). Você tem a liberdade de recusar participar do estudo, ou se aceitar a participar, retirar seu consentimento a qualquer momento. Além disso, o nome do seu filho (a) e os dados coletados são confidenciais e serão divulgados através de códigos, sendo entregues individualmente a cada responsável do participante após a avaliação dos resultados e término do estudo. Os testes serão conduzidos por uma equipe multidisciplinar e experiente, para que não ocorram possíveis riscos e desconfortos aos avaliados.

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná. Além

disso, essa pesquisa apresenta como responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, o Doutorando Fabrício Cieslak e a Mestranda Leilane Lazarotto. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo seu responsável: Dra. Neiva Leite – telefone: 33604326.

Diante do exposto acima, eu _____ concedo a participação voluntária de meu filho (a) _____ na pesquisa e declaro estar ciente dos possíveis riscos através dos objetivos e procedimentos que serão realizados. Eu entendi ainda que, sou livre para interromper a participação do meu filho (a) a qualquer instante da pesquisa sem justificar minha decisão e sem que essa decisão afete o seu tratamento com o seu médico. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que a pesquisa será efetuada sem a ocorrência de custos ou prejuízos para mim ou para o meu filho (a).

Curitiba, ____/____/____

Nome da criança : _____

Assinatura do criança: _____

R.G.: _____

Nome do responsável: _____

Assinatura do responsável: _____

R.G.: _____

Nome do pesquisador responsável: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

R.G.: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



APÊNDICE 3

Termo de Assentimento Livre e Esclarecido ao Adolescente

Eu _____, estou sendo convidado (a) a participar do estudo “Influência do polimorfismo $\beta 2$ no metabolismo basal e função pulmonar em obesos asmáticos e não-asimáticos”. Todas as informações desse estudo foram explicadas pelos responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, o Doutorando Fabrício Cieslak e a Mestranda Leilane Lazarotto.

Por que esse estudo está sendo feito?

Eu estou sendo informado que este estudo está sendo feito para ter mais conhecimento sobre a asma e a obesidade depois de três meses de prática de exercício físico.

O que eu terei de fazer?

Eu serei solicitado a ir ao departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, a unidade de Imunologia e Pneumologia da Universidade Federal do Paraná, ao laboratório para coleta de sangue e as sessões de atividade física.

Eu serei entrevistado por uma equipe quanto a presença de asma e obesidade, hábitos alimentares e prática de atividade física.

Eu serei avaliado quanto ao peso, estatura, circunferência abdominal, pressão arterial e auto-avaliação puberal.

Eu terei que fazer em jejum de 12 horas a avaliação da composição corporal, gasto metabólico de repouso e exame de sangue.

Eu terei que fazer em dias diferentes, o teste de esteira com esforço máximo e o teste em esteira de broncoprovocação por exercício físico com esforço moderado.

Eu terei que participar das sessões de exercício físico na academia durante três vezes por semana, realizar uma dieta alimentar orientada por uma nutricionista e orientações psicológicas que ocorrerão durante o estudo.

Que efeitos indesejáveis (ruins) eu poderia ter participando dessa pesquisa?

Você pode ter um ou mais efeitos indesejáveis nas avaliações, como: a) A retirada de sangue do seu braço que pode provocar dor, inflamação e hematomas; b) O jejum de doze horas pode causar tontura, dor de cabeça, mal-estar do estômago ou desmaio; c) No teste máximo de esteira e broncoprovocação por exercício físico em esteira você pode sentir exaustão, dores nas pernas e taquicardia que melhoram após a interrupção do teste; d) Os adesivos do aparelho de composição corporal podem provocar alguma reação a pele tal como vermelhidão ou coceira; e) Dores musculares e articulares durante e após as sessões iniciais de exercício na academia.

Que benefícios eu poderia ter em participar do estudo?

As dores musculares e articulares que ocorrem no treinamento após as sessões iniciais podem diminuir a medida que seu você melhore o condicionamento físico. Os benefícios esperados são: a redução da gordura corporal, melhora dos fatores que influenciam a obesidade, melhora dos fatores que influenciam a asma, aumento das atividades físicas diárias, maior participação nas aulas de educação física e a reeducação nutricional.

Posso me recusar a participar desse estudo?

Eu não preciso participar desse estudo se eu não quiser. Eu posso sair a qualquer momento e ninguém irá ficar bravo comigo. Meu médico continuará a cuidar de mim. Eu posso fazer perguntas sobre este estudo a qualquer momento.

Quem conduzirá este estudo?

Essa pesquisa apresenta como responsáveis a Doutora Neiva Leite, médica e professora adjunta do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, o Doutorando Fabrício Cieslak e a Mestranda Leilane Lazarotto. Qualquer dúvida sobre o estudo pode ser esclarecida pelo seu responsável: Dra. Neiva Leite – telefone: 33604326.

Curitiba, ____/____/____

Nome da criança: _____

Assinatura do criança: _____

R.G.: _____

Nome do pesquisador responsável: _____

Assinatura do pesquisador responsável: _____

R.G.: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



APÊNDICE 4

Avaliação Antropométricas e Clínicas/Teste de Esteira Incremental

DATA:				CÓDIGO DE IDENTIFICAÇÃO:			
DATA DE NASCIMENTO:							
ENDEREÇO:				BAIRRO:			
CIDADE:		ESTADO:		CEP:			
TELEFONE:							
MASSA CORPORAL:				ESTATURA:			
MATURAÇÃO SEXUAL E PRESSÃO ARTERIAL::							
Maturação Sexual (TANNER, 1962): Pressão Arterial Sistólica: Pressão Arterial Diastólica:							
VELOCIDADE	INCLIN	$\dot{V}O_2$	VCO₂	RER	FC	BORG	OMNI
2,7	10						
4,0	12						
5,5	14						
6,8	16						
8,0	18						
8,8	20						
9,7	22						

ANEXOS

ANEXO 1	112
ANEXO 2	113
ANEXO 3	114
ANEXO 4	115
ANEXO 5	116
ANEXO 6	117
ANEXO 7	118
ANEXO 8	119



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



ANEXO 1



Curitiba, 02 de maio de 2011.

Ilmo (a) Sr. (a)
Neiva Leite
Neste

Prezada Pesquisadora:

Comunicamos que o Projeto de Pesquisa intitulado: "INFLUENCIA DO POLIMORFISMO B2 NO METABOLISMO BASAL E FUNÇÃO PULMONAR EM OBESOS ASMÁTICOS E NÃO-ASMÁTICOS", foi analisado com pendência pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, em reunião realizada no dia 29 de março de 2011. Após, analisada as pendências encaminhadas pela pesquisadora, este CEP/HC considera o projeto aprovado em 29 de abril de 2011. O referido projeto atende aos aspectos das Resoluções CNS 196/96, e complementares, sobre Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Ministério da Saúde.

CAAE: 0063.0.208.000-11
Registro CEP: 2460.067/2011-03

Conforme a Resolução 196/96, solicitamos que sejam apresentados a este CEP, relatórios sobre o andamento da pesquisa, bem como informações relativas às modificações do protocolo, cancelamento, encerramento e destino dos conhecimentos obtidos.

Data para entrega do primeiro relatório: 02 de novembro de 2011.

Atenciosamente,

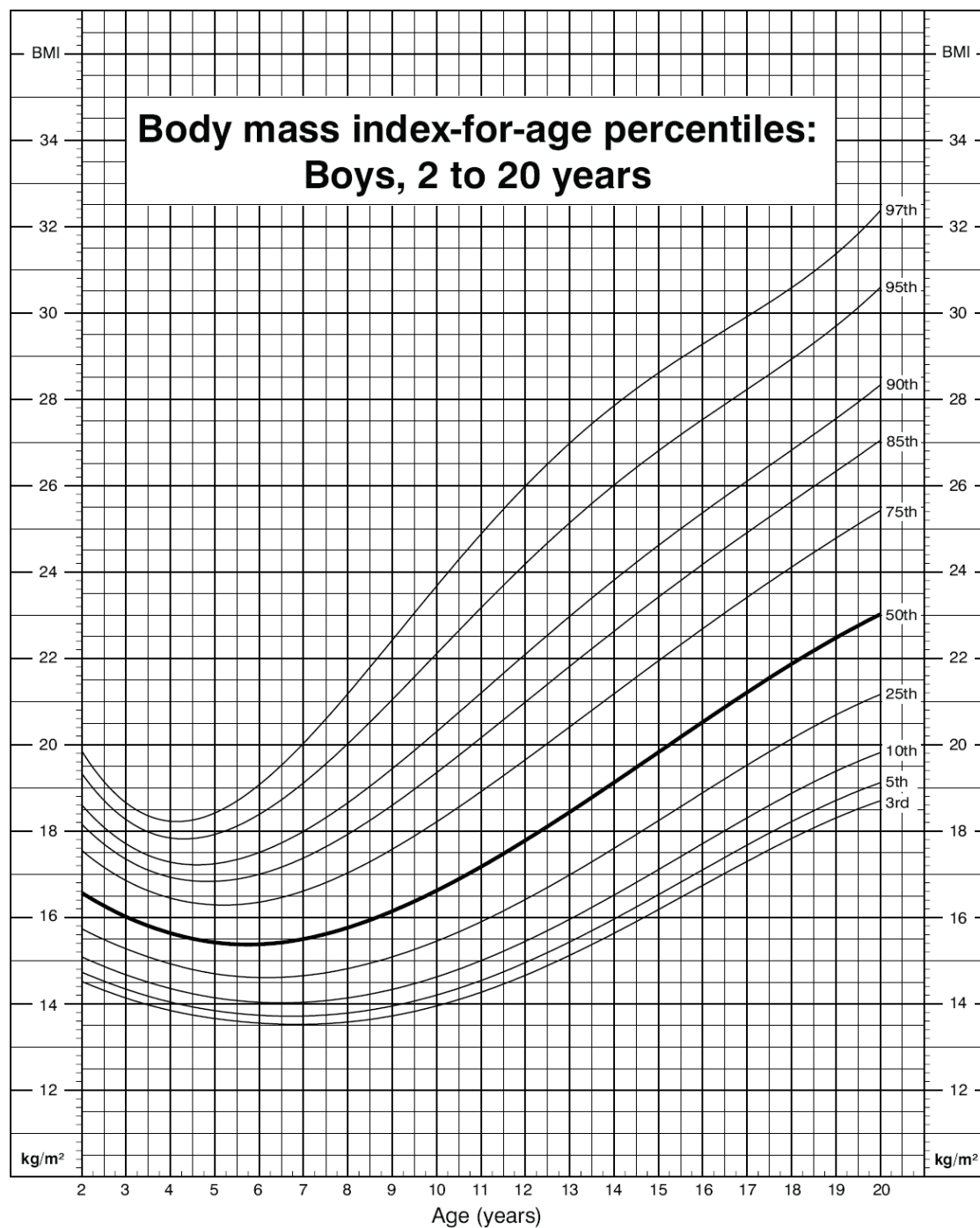
Renato Tambara Filho
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
em Seres Humanos do Hospital de Clínicas/UFPR



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
NÚCLEO DE PESQUISA EM QUALIDADE DE VIDA



ANEXO 2

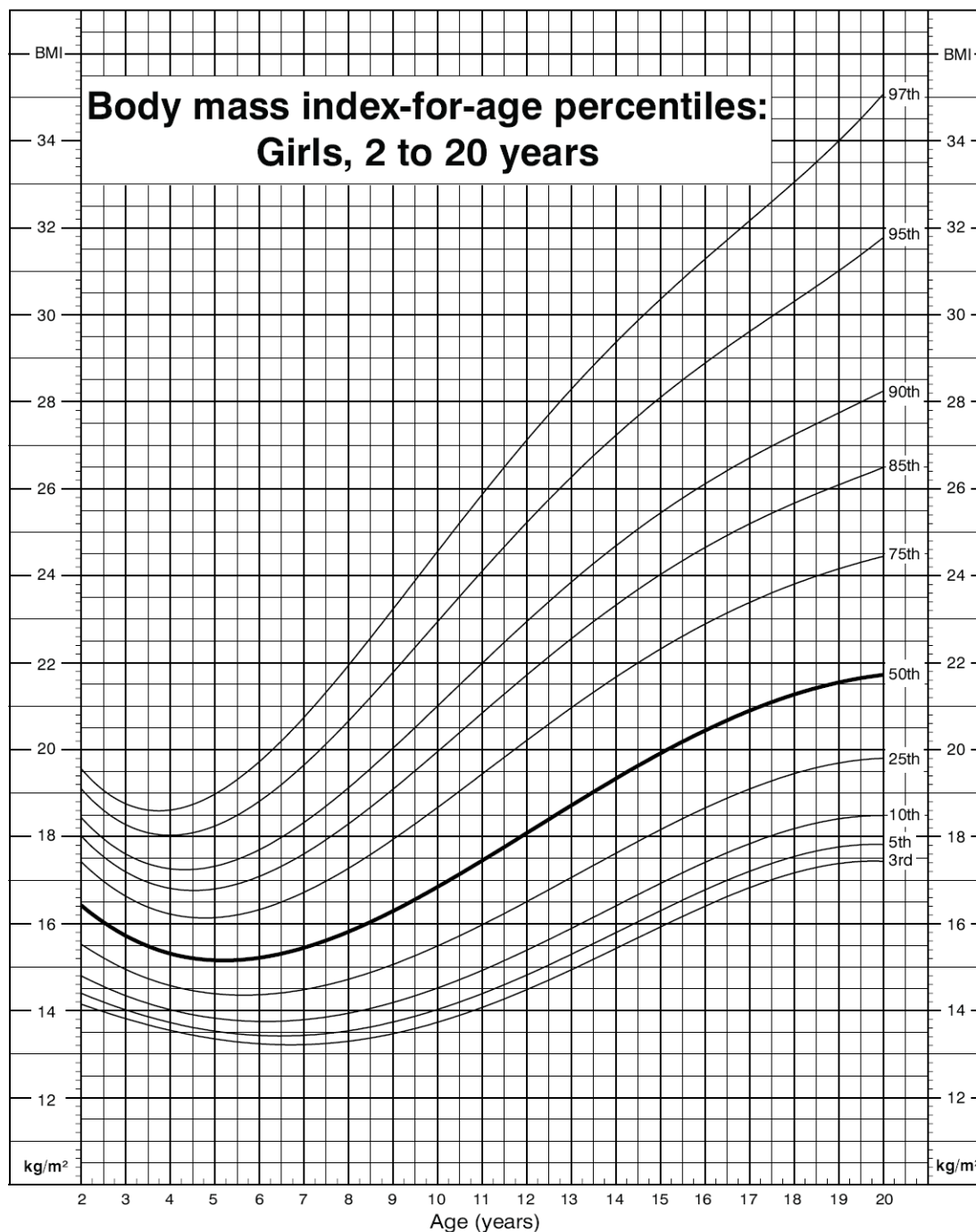


SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



Figure 15. Body mass index-for-age percentiles, boys, 2 to 20 years, CDC growth charts: United States

ANEXO 3



SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).

Figure 16. Body mass index-for-age percentiles, girls, 2 to 20 years, CDC growth charts: United States

ANEXO 4

MATURAÇÃO SEXUAL MASCULINA (MALINA; BOUCHARD, 1991)

ESTÁGIO 1



Não existem pêlos.

ESTÁGIO 2



Existem poucos pêlos e eles são claros.

ESTÁGIO 3



Existem mais pêlos que o estágio 2 e eles são mais escuros.

ESTÁGIO 4



Os pêlos são mais grossos e cobrem uma área maior que a do estágio 3, porém menos do que de adultos.

ESTÁGIO 5

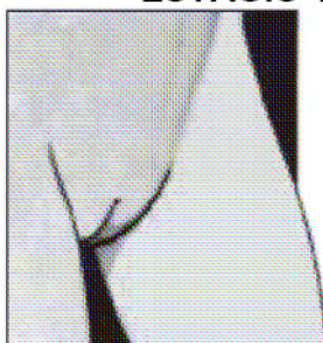


Quantidade de pêlos semelhante à de um homem adulto.

ANEXO 5

MATURAÇÃO SEXUAL FEMININA (MALINA; BOUCHARD, 1991)

ESTÁGIO 1



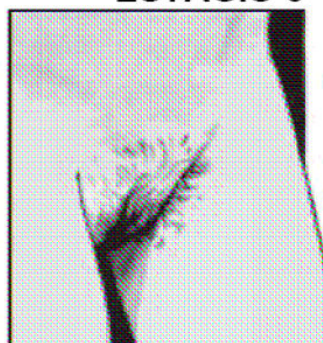
Não existem pêlos.

ESTÁGIO 2



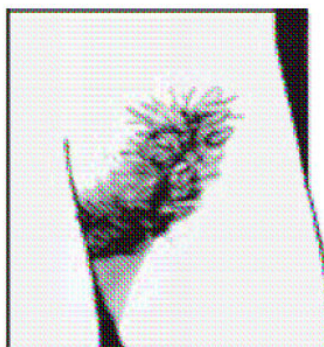
Existem poucos
pêlos e eles são
claros.

ESTÁGIO 3



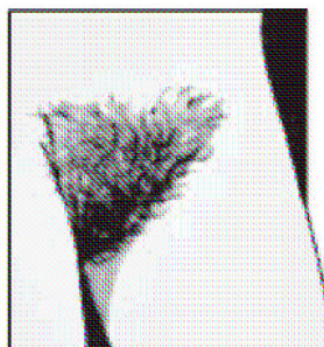
Existem mais pêlos
que o estágio 2 e
eles são mais
escuros.

ESTÁGIO 4



Os pêlos são mais
grossos e cobrem
uma área maior
que a do estágio 3,
porém menos do
que de adultos.

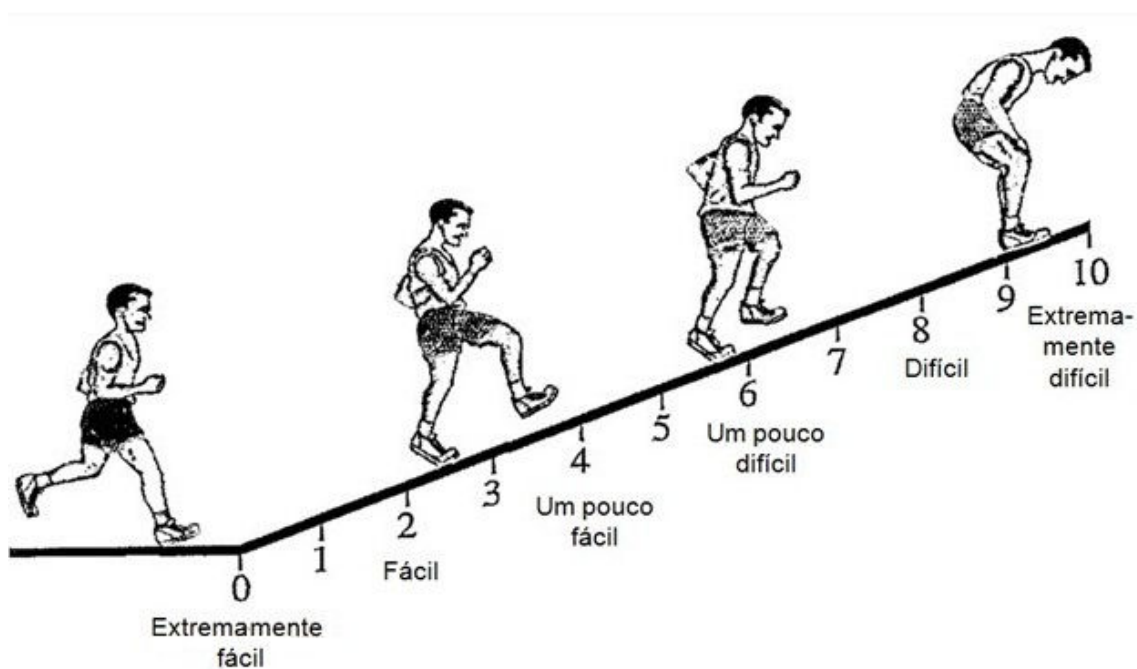
ESTÁGIO 5



Quantidade de
pêlos semelhante
à de uma mulher
adulta.

ANEXO 6

Escala de Percepção de Esforço de OMNI





ANEXO 7

Questionário do International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC)

1. Você alguma vez teve chio de peito?
() sim () não

Se respondeu não, vá para a pergunta 6.

2. Você teve chio de peito nos últimos 12 meses?
() sim () não

Se respondeu não, vá para a pergunta 6.

3. Quantos ataques de chio de peito você teve nos últimos 12 meses?
() nenhum
() 1 a 3 ataques
() 4 a 12 ataques
() mais de 12 ataques

4. Nos últimos 12 meses, em média quantas vezes você acordou por chio de peito?

- () nunca acordou por chio de peito
() menos de 1 noite por semana
() 1 ou mais noites por semana

5. Nos últimos 12 meses você teve chio de peito tão forte que não podia falar mais de duas palavras entre cada respiração?
() sim () não

6. Você alguma vez teve asma?
() sim () não

7. Você teve chio de peito após exercício físico nos últimos 12 meses ?
() sim () não

8. Nos últimos 12 meses, você teve tosse seca durante à noite não associada a gripe ou resfriado ou qualquer outra infecção pulmonar?
() sim () não



ANEXO 8

Valores preditos do volume expiratório no primeiro segundo (VEF_1), conforme Polgar e Promadhat.

Estatura	VEF_1 (litros)
1.00	0.84
1.01	0.86
1.02	0.88
1.03	0.91
1.04	0.93
1.05	0.96
1.06	0.98
1.07	1.01
1.08	1.04
1.09	1.06
1.10	1.09
1.11	1.12
1.12	1.15
1.13	1.18
1.14	1.21
1.15	1.24
1.16	1.27
1.17	1.30
1.18	1.33
1.19	1.36
1.20	1.39
1.21	1.43
1.22	1.46
1.23	1.49
1.24	1.53
1.25	1.56
1.26	1.60
1.27	1.63
1.28	1.67
1.29	1.71
1.30	1.74
1.31	1.78
1.32	1.82
1.33	1.86
1.34	1.90
1.35	1.94
1.36	1.98
1.37	2.02
1.38	2.06
1.39	2.10
1.40	2.14

Estatura	VEF_1 (litros)
1.41	2.18
1.42	2.23
1.43	2.28
1.44	2.32
1.45	2.37
1.46	2.41
1.47	2.46
1.48	2.50
1.49	2.55
1.50	2.60
1.51	2.65
1.52	2.70
1.53	2.75
1.54	2.80
1.55	2.85
1.56	2.90
1.57	2.95
1.58	3.00
1.59	3.06
1.60	3.12
1.61	3.17
1.62	3.23
1.63	3.28
1.64	3.34
1.65	3.40
1.66	3.46
1.67	3.51
1.68	3.57
1.69	3.63
1.70	3.69
1.71	3.75
1.72	3.81
1.73	3.88
1.74	3.94
1.75	4.00
1.76	4.07
1.77	4.14
1.78	4.20
1.79	4.26
1.80	4.33